

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

LIBEREC 2012

ANNA PAPEŽOVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ
Katedra oděvnictví



Studijní program: B3107 Textil
Studijní obor: 3107R013 Management obchodu s oděvy

KOD/2012/06/11/BS

**Vlastnosti oděvních materiálů s nanovláknennou, resp.
mikrovláknennou membránou**

**Properties of clothing materials with nanofiber, resp.
microfiber membrane**

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.

Rozsah práce:

Počet stran textu:	38
Počet obrázků:	22
Počet tabulek:	7
Počet grafů:	2
Počet stran příloh:	8

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Anna Papežová**
Osobní číslo: **T09000497**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Management obchodu s oděvy**
Název tématu: **Vlastnosti oděvních materiálů s nanovlákennou, resp. mikro-
vlákennou membránou**
Zadávající katedra: **Katedra oděvnictví**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Zpracujte literární rešerši na téma termofyziologický komfort, zejména se zaměřte na materiály používané k výrobě sportovních oděvů a vhodné k přípravě paropropustných membrán. Blíže uveďte specifické vlastnosti nanomembrán, resp. mikrovláknenných membrán.
2. Navrhněte metodiku hodnocení vlastností oděvních materiálů s nanovlákennou membránou. Návrh hodnocených vlastností proveďte dle rešerše (paropropustnost, vodní sloupec, mikroskopické snímky).
3. Proveďte experiment odzkoušením vlastností před a po mechanickém namáhání (praní, oděr, nošení atd.).
4. Proveďte srovnání vlastností s klasickými membránami a veďte diskuzi nad výsledky.

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum

Podpis

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Antonínu Havelkovi, CSc, dále Ing. Rudolfu Třešňákovi a Ing. Michalu Chotěborovi za pomoc a odborné rady při měření, firmě Direct Alpine za poskytnutí materiálů a v neposlední řadě mé rodině a přátelům za podporu po celou dobu studia.

Anotace

Bakalářská práce je zaměřena na zjištění užitných vlastností u materiálů s polopropustnou membránou, především u materiálů s hydrofilní a nanovláknennou membránou před a po násobném praní. Důraz je kladen na vlastnosti jako je odolnost vůči vodním parám, prodyšnost a odolnost proti pronikání vody. Práce se zabývá popsáním termofyziologického komfortu, důležitými vlastnostmi materiálů používaných jako vrchní vrstvy zejména pro sportovní aktivity, především nepromokavými a zároveň paropropustnými materiály.

Klíčová slova

Membrány, nanovláknna, termofyziologický komfort, outdoor

Anotation

This bachelor work is focused on properties of semi – permeable membrane materials especially on the comparison of hydrophilic membrane and nanofiber membrane. Stress is layed on testing materials before and after multiple washing. The thesis also describes therm thermophysiological comfort and deals with main properties of materials used as barrier layer for outdoor activities.

Key words

Membrane, nanofibres, thermophysiological comfort, outdoor

Obsah

Seznam použitých symbolů a zkratk	9
Seznam veličin.....	10
Úvod.....	11
1 REŠERŠNÍ ČÁST	12
1.1 Oděvní komfort.....	12
1.1.1 Termofyziologický komfort	13
1.2 Charakteristika sportovního outdoorového oblečení.....	14
1.2.1 Vlastnosti vrchových materiálů pro outdoorové oblečení.....	14
1.3 Vrchové materiály vhodné pro outdoorové oblečení	19
1.3.1 Nepromokavé a zároveň paropropustné materiály	19
1.4 Nanovláknna	27
1.4.1 Specifické vlastnosti nanovláken	27
1.4.2 Způsoby výroby nanovláken	28
1.4.3 Oblasti použití elektrostaticky zvlákněných materiálů	30
1.4.4 Nanovláknenné membrány pro outdoorové oblečení.....	30
Shrnutí	31
2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	32
2.1 Charakteristika materiálů.....	32
2.1.1 Popis materiálů.....	32
2.1.2 Snímky z elektronového rastrovacího mikroskopu.....	33
2.2 Postup při měření.....	37
2.2.1 Mechanické namáhání – praní.....	37
2.2.2 Odolnost vůči vodním parám	37
2.2.3 Prodyšnost	38
2.2.4 Odolnost proti pronikání vody	39
2.2.5 Pevnost a tažnost	40
2.3 Zhodnocení	43
Závěr.....	44
Seznam použité literatury	45
Seznam obrázků.....	47

Seznam tabulek.....	48
Seznam grafů	49
Seznam příloh.....	50

Seznam použitých symbolů a zkratek

atd.	a tak dále
IS	interval spolehlivosti
např.	například
obr.	obrázek
PL	polyester
PP	polypropylen
PTFE	polytetrafluoretylen
PU	polyuretan
PVA	polyvinylalkohol
tab.	tabulka
tj.	to jest
v. s.	vodní sloupec

Seznam veličin

zkratka	název	jednotka
A	plocha	[m ²]
t	teplota	[°C]
l	délka	[m]
ΦT_m	latentní teplo	[W.g ⁻¹]
m	hmotnost	[kg]
P	příkon	[W]
p	relativní paropropustnost	[%]
ΔP	rozdíl tlaků	[Pa]
P _a	parciální tlak	[Pa]
P _m	nasycený parciální tlak	[Pa]
P _k	parciální tlak u pokožky	[Pa]
P _o	parciální tlak okolního prostředí	[Pa]
R	prodyšnost	[mm.s ⁻¹]
R _{et}	výparný odpor	[m ² Pa/W]
v	rychlost	[m/s]
W	práce	[J]
φ	relativní vlhkost	[%]

Úvod

Oděv jakožto ochrana lidského organismu se začal používat již v pravěkých dobách, nejprve jako náhrada za srst. S postupným vývojem člověka a jeho odklonu od čistě zvířecích instinktů se oděv stával součástí reprezentace člověka jako osobnosti. Snaha o co nejlepší materiály z hlediska funkčnosti je patrná nejvíce s velkým rozvojem průmyslu.

Ke konci 20. století dochází s ukojením základních lidských potřeb a díky dostatku volného času k masivnímu rozšíření aktivit provozovaných ve volné přírodě, nejčastěji spojených se sportem, či jen pohybem. Tyto aktivity spojené s dlouhodobým pobytem v přírodě samozřejmě kladou vysoké požadavky na výbavu. Jedna z nejdůležitějších částí výbavy je oblečení, z tohoto důvodu se začalo vyvíjet a produkovat nepřeberné množství materiálů použitelných k těmto účelům.

Bakalářská práce se v rešeršní části zabývá definováním základní vlastnosti všech oděvních materiálů - pojmem termofyziologický komfort. Další kapitoly jsou zaměřené na charakteristiku a důležité vlastnosti sportovního outdoorového oblečení, zejména na materiály nepromokavé a zároveň paropropustné, které by měly tyto vlastnosti splňovat. Blíže popsány jsou hustě tkané tkaniny, zátěry a především membránové materiály, jenž nejlépe splňují parametry pro sportovní outdoorové oblečení z výše uvedených materiálů. Zásadními jsou v této části práce pojmy nanovláknó a nanovláknenná membrána. Právě ta díky svým specifickým vlastnostem - obrovskému měrnému povrchu vláken, velkou pórovitostí vláknenné vrstvy a zároveň malým rozměrem pórů se zdá být velkým konkurentem klasických, doposud známých membrán.

Experimentální část se zabývá srovnáváním klasické hydrofilní neporézní membrány s nanovláknennou membránou. Porovnáním vzhledu na mikroskopických snímcích je sledována konstrukce materiálu a membrány jak z lící a rubní strany, tak v příčném řezu. Byla prováděna měření před a po simulaci opotřebení, tj. mechanickém namáhání, jímž se částečně napodobuje opotřebení materiálu během nošení. Zhodnocením výsledků vlastností obou dvou materiálů se zjistí rozdílnost materiálů a membrán a zároveň pro jaký účel je vhodné oděvy z těchto materiálů použít. Dále jak na simulaci mechanického namáhání materiály reagují a jaký na ně má vliv.

1 REŠERŠNÍ ČÁST

V teoretické části jsou vysvětleny základními pojmy související s termofyziologickým komfortem, který je základním měřítkem pro zkoušené materiály. Zmíněny jsou zejména charakteristiky a stručný popis vhodných vrchových materiálů používaných pro sportovní a outdoorové aktivity. Na závěr jsou zmíněny specifické vlastnosti a oblasti využití nanovláken a nanomembrán jako materiálů budoucnosti.

1.1 Oděvní komfort

Oděvní komfort lze charakterizovat jako stav, kdy se v našem okolí, včetně našeho oděvu, nevytváří žádné nám nepříjemné vjemy vnímané našimi smysly a kdy jsou optimálně zachovány fyziologické funkce organismu. Tento stav by pro nás měl být příjemný, neměl by převládat pocit tepla nebo chladu, měli bychom být schopni setrvat v něm po delší dobu a vykonávat v něm určitou činnost. [7]

Opakem oděvního komfortu je oděvní diskomfort. Ten nastává při nadměrném pocitu tepla nebo chladu, například při větší fyzické zátěži, v teplém a vlhkém prostředí, nebo naopak v chladném prostředí při nízkém fyzickém zatížení.

Komfort oděvních materiálů je jedním z nejdůležitějších aspektů pro všechny výrobce i uživatele oděvů, zejména to platí pro sportovní odvětví. Fyziologický komfort je ovlivněn: vlhkostí vzduchu pod oblečením, vlhkostí pokožky, teplotou vzduchu pod oblečením, teplotou pokožky a obsahem CO pod oblečením. [6]

Fyziologický komfort se dělí na [6]:

- Termofyziologický komfort – ovlivňuje osobní termoregulaci, skládá se z přenosu tepla a vlhkosti skrz oděvní vtstvy.
- Sensorický komfort – závisí na smyslovém vnímání oděvů, které se nachází v přímém kontaktu s pokožkou.
- Ergonomický komfort – souvisí s volností pohybu, závisí na konstrukci oděvu, vhodném použití a pružností látek.
- Psychologický komfort – ovlivněn módou, tradicí, zvyky jedince a tepelně-klimatickými podmínkami.

Z těchto základních součástí fyziologického komfortu je nejdůležitějším z nich termofyziologický komfort, kterému je věnována následující kapitola.

1.1.1 Termofyziologický komfort

Termofyziologický komfort je stav, ve kterém jsou fyziologické funkce lidského organismu zachovány v optimu. Tento stav je vnímán jako pocit pohodlí a organismus v něm může setrvat neomezeně dlouho. Při diskomfortu mohou nastat pocity tepla nebo chladu; pocity tepla nastávají při větším pracovním zatížení, při působení teplého nebo vlhkého klimatu – při nošení oděvu, který nemá optimální termofyziologické vlastnosti. [11]

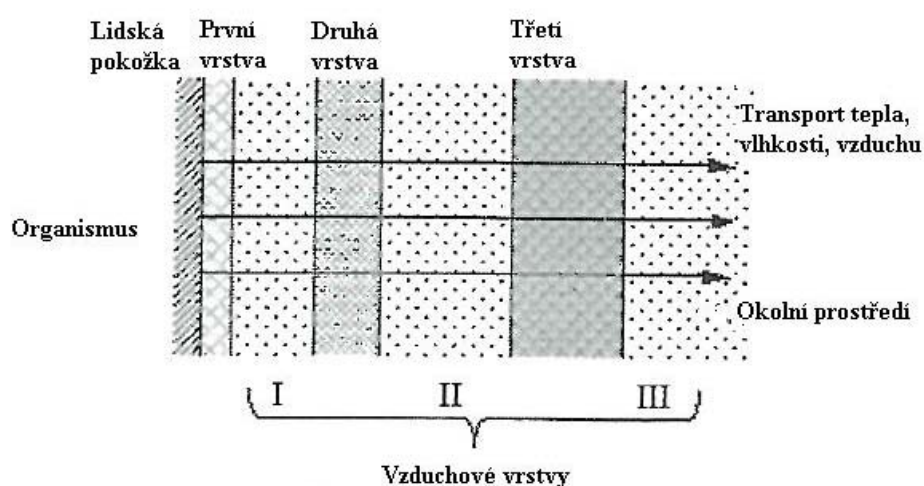
Oblast správného komfortu lidského těla je velmi malá, aby bylo této oblasti dosaženo, musí být teplota pod oblečením $32^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, relativní vlhkost $50 \pm 10\%$ a proudění vzduchu $25 \pm 15 \text{ cm s}^{-1}$. Pro sportovní oděvy jsou velmi důležité tyto vlastnosti: tepelná izolace, prodyšnost a přenos vlhkosti a jejich správná kombinace. [6]

Prostup tepla a vlhkosti skrze oděvní vrstvy je závislý na mnoha faktorech – na tělesné teplotě, lidské činnosti, počtu oděvních vrstev a podmínkách okolního prostředí. Moderní oděvní materiály pro sport a volnočasové aktivity musí splňovat požadavky na ochranu organismu proti podchlazení, malou propustnost vody z vnějšího prostředí, ale na druhou stranu musí mít téměř protikladné vlastnosti – dobrou propustnost vzduchu a vodních par. [6]

Moderní funkční oblečení, které splňuje fyziologické vlastnosti se skládá z [6]:

- První vrstva – spodní prádlo – hlavní funkce této vrstvy je transport potu od pokožky k dalším vrstvám. Tato vrstva je v přímém kontaktu s pokožkou. Je tvořena hydrofóbními textiliemi.
- Druhá vrstva – působí jako tepelně izolační vrstva. Má speciální konstrukci (např. Fleece), která obsahuje nehybnou vzduchovou vrstvu, která působí jako tepelná izolace. Některé novější fleeceové materiály mají membránu, která částečně odolává větru a vlhkosti. V tomto případě má druhá vrstva i funkci ochrannou a není nutné použít vrstvu třetí.
- Třetí vrstva – působí jako hranice mezi lidským organismem a okolním prostředím. Nejdůležitější vlastností je její odolnost proti pronikání větru z okolního prostředí a hydrostatická odolnost. Současně však musí být co nejvíce je to jen možné propustná vodním parám.

Všechny tyto tři vrstvy mají vliv na transport tepla, vlhkosti a pronikání vzduchu. Princip těchto vrstev je znázorněn na obrázku č. 1. Třetí vrstva vyrobená z bariérových membrán je nejdůležitější vrstvou pro přenos vlhkosti, ale také pro ochranu proti vodě v tekutém skupenství. Vlastnostem a způsobem použití této třetí vrstvy se budou dále věnovat další části této práce. [6]



Obr. č.: 1: Princip funkčního oblečení [6]

1.2 Charakteristika sportovního outdoorového oblečení

Nejdříve bych okrajově definovala slovo outdoor. Tento termín je dnes všeobecně chápán jako označení oboru „pobyt v přírodě“, jako způsob trávení volného času. Nejlépe se tento termín ujal jako obchodní označení pro oblečení a vybavení pro pobyt venku. [17]

Outdoorové oblečení oblékáme v případě potřeby vykonávat určitou, většinou sportovní činnost v přírodě, kdy jsme po delší dobu vystaveni rozmarům počasí a klimatickým podmínkám. Toto oblečení by nás mělo ochránit především proti dešti, větru a chladu a zároveň by mělo být vysoce prodyšné pro naše tělesné výpary, mechanicky odolné a pohodlné. [17]

1.2.1 Vlastnosti vrchových materiálů pro outdoorové oblečení

Pro optimální zachování fyziologických funkcí organismu a dostatečného oděvní komfortu při outdoorové aktivitě je nutné, aby daný oděv splňoval určité parametry. Mezi ty

nejdůležitější patří: hydrostatická odolnost, prodyšnost, paropropustnost a mechanické vlastnosti materiálu, jako je například tažnost a pevnost.

1.2.1.1 Hydrostatická odolnost

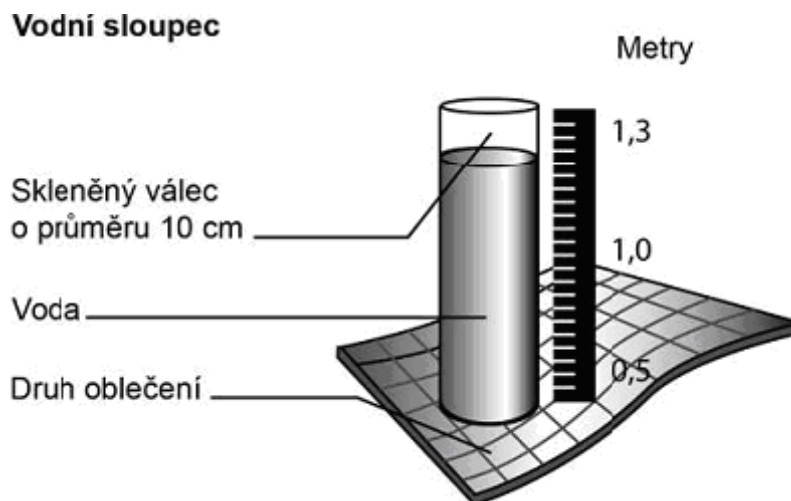
Hydrostatická odolnost se v posledních letech stala důležitým parametrem outdoorových výrobků. Proto je tomuto parametru věnována značná pozornost při jeho hodnocení. [10]

Je to schopnost materiálu odolávat proniknutí vody působící na daný materiál z vnější strany, například vytrvalejším vodním srážkám. Na výrobcích je tento údaj zpravidla uváděn jako výška vodního sloupce – čím je uváděná hodnota vyšší, tím je materiál odolnější vůči promoknutí. Aby mohl být oděv (materiál) prezentován za nepromokavý, musí být ušitý z materiálu, který odolává alespoň 2000mm vodního sloupce, ale samozřejmě čím vyšší hodnota, tím lepší nepromokavost. V praxi je ale vyžadováno rozmezí mezi 7000-20000mm vodního sloupce. Příčinou snížení nepromokavosti je daleko vyšší tlak působící na membránu při zatížení materiálu. Vyšší tlak na membránu způsobí například popruhy batohu, sezení na sněhu nebo chůze mokrou trávou. V následující tabulce č. 1 je uvedena potřebná výška vodního sloupce při různých outdoorových aktivitách. [17, 10]

Tabulka č. 1: Výška vodního sloupce pro různé aktivity [21]

Výška vodního sloupce	Aktivita
5000mm	Sezení v mokré trávě, na mokré lavičce
12000mm	Klečení v mokré trávě nebo sněhu
15000mm	Tlaku popruhů těžkého batohu
20000mm	Pádu lyžaře v rychlosti do mokrého sněhu

V laboratořích se výška vodního sloupce měří na speciálních přístrojích a hodnota tlaku se pro lepší orientaci převádí na výšku vodního sloupce v milimetrech, centimetrech nebo metrech. Velmi zjednodušeně je možné měřit hydrostatickou odolnost tím způsobem, že se na materiál přiloží skleněný válec naplněný vodou s průměrem 10 cm, viz. obrázek č. 2. Voda ve válci působí na materiál tlakem, po průniku prvních tří kapek je určena hodnota hydrostatické odolnosti. Měření se používá pro výrobky, které by měly být hydrostaticky odolné, například stany, oblečení, batohy a další. [10]

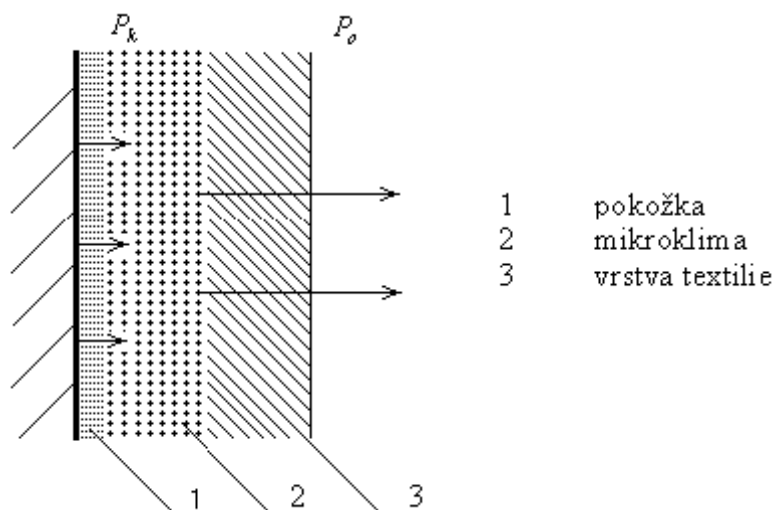


Obr. č. 2: Zjednodušené měření hydrostatické odolnosti [10]

Předpokladem nepromokavosti jsou také podlepené švy oděvu. Lze jich docílit natavením termoplastické pásky na švy z vnitřní strany materiálu, kde by šitím narušený materiál mohl promokát. [18]

1.2.1.2 Propustnost vodních par

Propustnost vodních par je schopnost textile propouštět vodu v podobě vodních par, produkovaných lidským tělem, z prostoru omezeného daným materiálem do vnějšího prostředí. Tato charakteristika je definována jako prostup vodní páry na základě rozdílných parciálních tlaků, které jsou na obou stranách plošné textilie. Vlhkost je transportována z místa s vyšším parciálním tlakem do místa s nižším parciálním tlakem. Proto je vlhkost za ideálních podmínek (zima, sucho) transportována směrem od těla, jak je znázorněné na obr. č. 3. [12]



Obr. č. 3: Prostup vodní páry od povrchu lidského těla přes textilií [10]

Dále transport vlhkosti závisí na vlastnostech textilie - na sorpčních a transportních vlastnostech dílčích oděvních materiálů, na pórovitosti textilie, dostavě tkaniny, povrchové úpravě a konstrukčním řešením oděvu. [12]

Odolnost vůči vodním parám se hodnotí pomocí výparného odporu $R_{et} [m^2 PaW^{-1}]$ podle ISO 11092 a je stanovena jako rozdíl tlaku vodních par mezi dvěma povrchy materiálu, dělený výsledným výparným tepelným tokem na jednotku plochy ve směru gradientu. Čím je hodnota R_{et} nižší, tím je propustnost textilie pro vodní páry vyšší. Dále se dá propustnost vodních par měřit podle ASTM E96-BW a ISO 2528. Jednotkou této metody je $[g/m^2 \cdot 24hod]$, její nevýhodou je, že z ní není patrné, při jaké vlhkosti vnějšího vzduchu k příslušné propustnosti dochází. Pro srovnání je v tabulce č. 2 udána klasifikace propustnosti vodních par v obou jednotkách podle stávajících norem ISO. [7, 12, 18, 10]

Tabulka č. 2: Klasifikace propustnosti vodních par [10]

$R_{et} < 6$	Velmi dobrá	nad 20 000 $g/m^2 \cdot 24hod$
$R_{et} 6 - 13$	Dobrá	9 000 - 20 000 $g/m^2 \cdot 24hod$
$R_{et} 13 - 20$	Uspokojivá	5 000 - 9 000 $g/m^2 \cdot 24hod$
$R_{et} > 20$	Neuspokojivá	pod 5 000 $g/m^2 \cdot 24hod$

Metody pro měření propustnosti vodních par [7]:

- Metoda měření relativní propustnosti vodních par dle normy ČSN 800855 (Gravimetrická metoda)
- Metoda DREO
- Skin model

Skin model

Tato metoda je založena na napodobení modelu lidské pokožky skrze zvlhčovanou porézní desku pokrytou celofánovou membránou, která propouští vodní páry, ale nepropouští vodu. Slouží k simulaci procesů přenosu tepla a hmoty, k nimž dochází mezi lidskou pokožkou a okolím. [7]

1.2.1.3 Prodyšnost

Prodyšnost lze také nazvat jako propustnost vzduchu. Je to schopnost textilie propouštět vzduch za stanovených podmínek. Prodyšnost je vyjádřena jako rychlost proudu vzduchu procházejícího kolmo plochou zkušební textilie při stanoveném tlakovém spádu a době. Jednotkou prodyšnosti je R vyjádřené v $[m \cdot s^{-1}]$. Čím je hodnota propustnosti vyšší, tím více vzduchu materiál propustí. [4]

Vysoká prodyšnost je žádaná například u sportovních dresů, nežádoucí je naopak u vrchových oděvů do nepříznivého počasí, které by měly chránit proti chladnému vzduchu z okolí a větru.

1.2.1.4 Tažnost a pevnost laminátu

Tažnost a pevnost jsou mechanické vlastnosti textilií, které se měří za použití zkušebních přístrojů s konstantním přírůstkem prodloužení. Tyto vlastnosti jsou důležité pro zjišťování pevnosti v tahu, pevnosti švu, pevnosti natržení a posuvnosti ve švu. Tahové vlastnosti plošných textilií se zjišťují pomocí metody Strip (ČSN EN ISO 13934-1). U této metody dochází k zjišťování maximální síly a tažnosti materiálu při maximální síle. [1]

1.3 Vrchové materiály vhodné pro outdoorové oblečení

Vrchové oděvy pro sportovní účely musí být navrženy tak, aby nám zajistily ochranu před nepříznivými vlivy a zároveň zachovaly naše fyziologické funkce v optimu. Měly by zajišťovat hydrofobitu z vnější strany textilie a vysokou propustnost vodních par ze strany vnitřní. Těchto požadavků docílíme použitím materiálů nepromokavých a zároveň dovolujících pronikání vodních par z vnitřní strany oděvu. [8]

1.3.1 Nepromokavé a zároveň paropropustné materiály

Nepromokavé a zároveň paropropustné materiály mají za úkol zvýšit naše pohodlí v oděvní textilií, ať už se jedná o bundu, kalhoty, boty nebo rukavice. Nepromokavé materiály zamezují prostupu a vstřebávání vody, která působí na povrch materiálu značný tlak. [10]

Rozlišují se tři typy tkanin s vlastnostmi jako jsou nepromokavost a zároveň paropropustnost [8]:

- Hustě tkané tkaniny
- Membrány (lamináty)
- Zátěry

1.3.1.1 Hustě tkané textilie

Hustě tkané tkaniny se vyrábějí ze syntetických mikrovláknenných přízí o průměru jednotlivých vláken menších než 10 μ m. Mikrovláknena jsou ve většině případů vyrobena z polyamidu nebo polyesteru; zejména vhodný je polyester pro jeho nízkou nasákavost jen okolo 0,5 %. Odolnost vůči pronikání vody se dá ještě zlepšit použitím silikonové nebo fluorouhlíkové finální úpravy. [8]

V porovnání s klasickými tkaninami má použití takto jemných vláken v přízích a poté z nich utkané husté dostavy za následek tkaniny s velmi malými velikostmi pórů ve vazbě. Běžné tkaniny mají velikost pórů okolo 60 μ m, nepromokavé tkaniny jen okolo 10 μ m a až 7000 mikrovláken/cm. Vojenská varianta tkaniny Ventile má přibližně 6000 vláken/cm a velikost pórů okolo 10 μ m za sucha a až 3-4 μ m za mokra. [8]

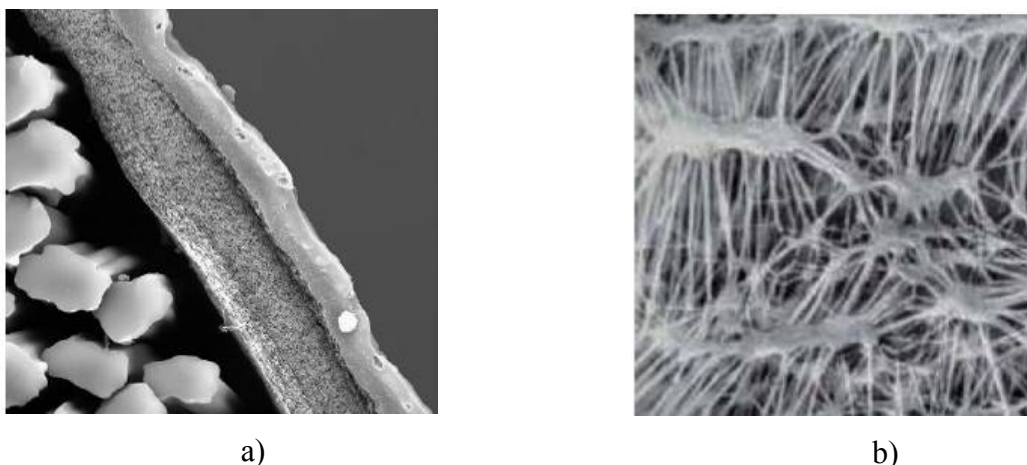
1.3.1.2 Membrány v oděvním průmyslu

Každý oděvní materiál má své limity, abychom tyto limity navýšili, vkládáme mezi podšívkový (podšívka není podmínkou) a vrchní oděvní materiál membránu. Membrána má tři základní funkce: paropropustnost, nepromokavost a větruodolnost. Nepromokavost a větruodolnost jsou vlastnosti, jichž se dá poměrně „snadno“ docílit, tyto parametry splňuje například klasická pláštěnka, už ale není schopna paropropustnosti a člověk se v takové textilií tudíž potí a jeho pohodlí se minimalizuje. Proto se pro docílení těchto tří parametrů používají membrány. [10]

Membrány jsou neobyčejně tenké film vyrobené z polymerního materiálu, nejčastěji z polytetrafluoroethylenu (PTFE), polyesteru (PL) nebo polyuretanu (PU) a navrhnuté tak, aby měly vysokou odolnost proti pronikání vody a zároveň umožňovaly průchodu vodní páry. Tloušťka membrány se pohybuje okolo 10 μm . Z tohoto důvodu se laminuje na vhodný textilní materiál, aby byly zachovány mechanické vlastnosti. Nezáleží tedy jen na kvalitě membrány, ale i na samotném vrchním a podšívkovém oděvním materiálu. V dnešní době existují dva typy membrán: hydrofobní mikroporézní a hydrofilní neporézní. [8]

- **Hydrofobní mikroporézní membrány**

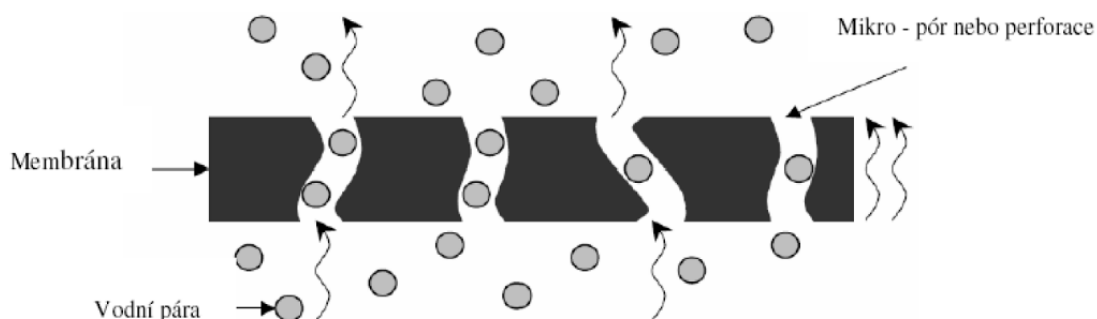
Hydrofobní mikroporezní membrány se vyrábějí z rozpínavého PTFE. Jde o extrémně tenký film obsahující 1,4 miliard pórů/ cm^2 . Jednotlivý pór membrány je 700krát větší než molekula vodní páry a zároveň 20 000krát menší než kapka vody (velikost póru je 0,2 μm , velikost molekuly vodní páry je 0,0004 μm) a tím je zajištěna jak vysoká propustnost vodních par a nepromokavost, tak větruvzdornost výrobku. Membrány z PTFE jsou vyráběny protlačováním přes šterbinu, následným natahováním ve dvou směrech (při vysokých rychlostech a pod teplotou tání) dochází k tvorbě mikropórů. Ten to způsob výroby se používá při výrobě membrány GORE-TEX® firmou W. L. Gore & Assoc.s Inc. Obrázek 4 a) znázorňuje příčný řez membránou, na obrázku 4 b) je vidět povrch membrány GORE-TEX. [8, 9]



Obr. č. 4: Příčný řez membránou GORE-TEX a) a povrch membrány GORE-TEX b) [14].

Dalším výrobním způsobem k získání mikroporézní membrány je perforování neprodyšné membrány za použití elektronového mikropaprsku, ten vytváří póry skrz membránu. Jiným způsobem, uplatňovaným především u PU, je proces koagulace. Póry vzniknou jako důsledek odpaření rozpouštědla. [8, 9]

Schéma prostupu vodních par přes hydrofobní mikroporézní membránu je znázorněno na obrázku č. 5.

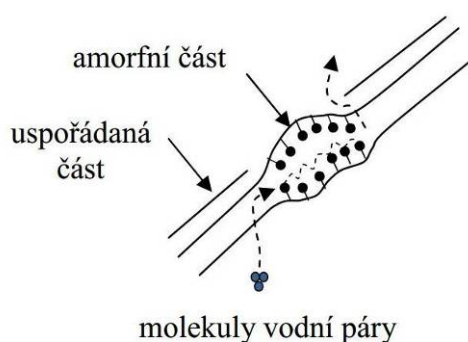


Obr. č. 5: Schéma mikroporézní membrány [16]

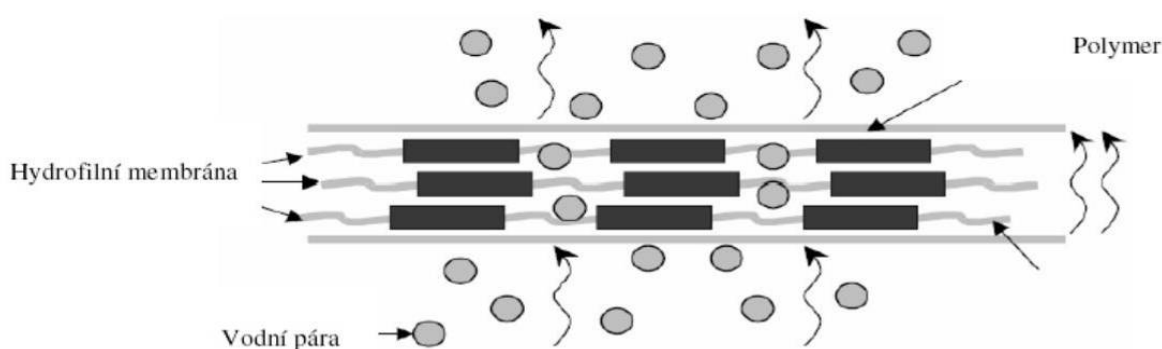
Během používání mikroporézní membrány může docházet k jejímu znečištění a zanášení pórů díky olejům, repelentům proti hmyzu, krémům na opalování, prachovým částicím a dalším nečistotám. To může mít za následek snižování voděodolnosti a propustnosti vodních par. Z tohoto důvodu mají mikroporézní membrány obvykle hydrofilní polyuretanovou vrstvu, aby se redukoval vliv kontaminace. [8]

• Hydrofilní neporézní membrány

Hydrofilní membrány jsou velmi tenké filmy vyrobené z chemicky modifikovaného polyesteru nebo polyuretanu, mají pevnou, kompaktní strukturu. Tyto filmy neobsahují žádné póry, proto jsou často označovány jako neporézní. Na základě molekulárního mechanismu (absorpce – difúze – desorpce) poskytují přenos relativně velkého množství vodní páry. Součástí hydrofilní části membrány je amorfni oblasti polymeru. Amorfni oblasti jsou popsány na obrázku č. 6 jako činnosti mezimolekulárních „pórů“ dovolujících molekulám vstup vodních par, ale zabraňujících pronikání kapek vody. Obrázek č. 7 znázorňuje schéma prostupu vodní páry hydrofilní membránou. [8]

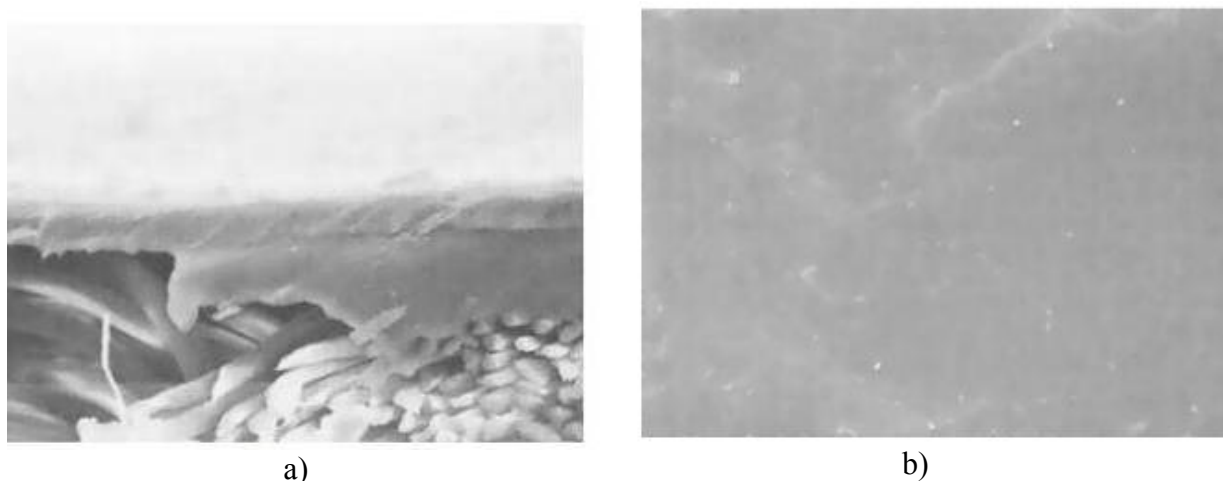


Obr. č. 6: Schéma mechanismu hydrofilního polymeru [8]



Obr. č. 7: Schéma prostupu vodní páry hydrofilní membránou [16]

Mezi hydrofilní neporézní membrány patří membrány Sympatex® z modifikovaného polyesteru, membrána Gelanots® vyráběná ze speciálního polyuretanu, nebo membrány BlocVent® a Dermizax® vyráběné z polyuretanu. Na obrázku č. 8 a) je příčný řez Sympatexu, obrázek 8 b) je pohled na povrch membrány Sympatex. [16]



Obr. č. 8: Příčný řez membránou Sympatex a), povrch membrány Sympatex b) [9]

• Způsoby laminace membrán s nosnou textilií

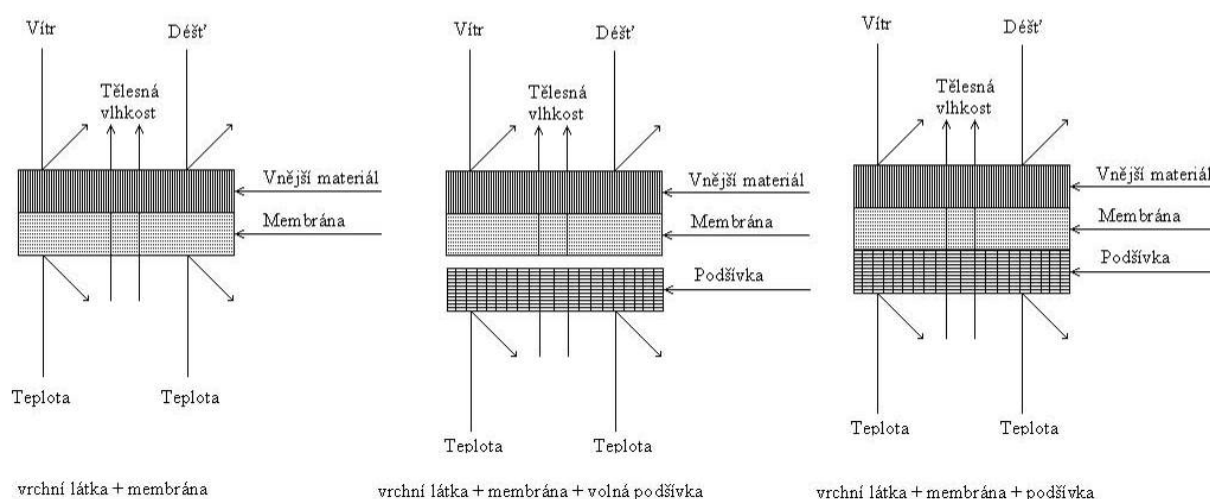
Laminace je v textilu pojem pro spojení dvou a více vrstev materiálu stejného nebo různého složení a určení (např. podšívka, vrchový materiál). Membrány jsou na textilní materiály nanášeny z důvodu jejich složitého samostatného zpracování. Cílem laminováním membrán na textilní materiály je zlepšení jejich mechanických vlastností, zároveň nesmí mít laminace nepříznivý vliv na klasické textilní vlastnosti a vizuální dojem. Způsob laminování záleží na ceně, požadovaných funkčních vlastnostech a postupu výroby. [10, 8]

Způsoby laminování [12, 8]:

- Technologií „hotmelt“
- Ultrazvukem
- Kašírováním

Existují tři základní laminace membrán [10]:

- a) vrchní látka + membrána,
- b) vrchní látka + membrána + podšívka,
- c) vrchní látka + membrána + volná podšívka, viz. obrázek 9.



Obr. č. 9: Základní typy laminace membrán [10]

1.3.1.3 Zátěry

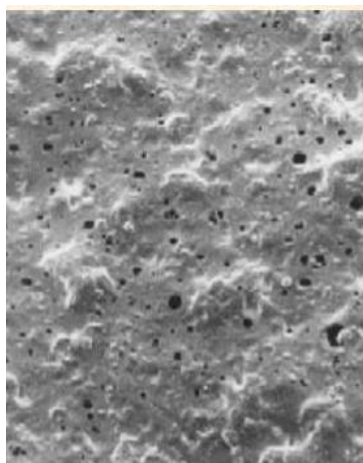
Zátěry se skládají z vrstvy polymerního materiálu naneseného na povrch textilního materiálu. Jako zátěrový materiál se používá polyuretan. Podobně jako u membrán, jsou zátěry rozdělovány do dvou skupin: na mikroporézní a hydrofilní. Oproti membránovým materiálům jsou ty zátěrové postatně levnější. Zátěry jsou ale naopak mnohem silnější a póry nejsou zastoupeny rovnoměrně po ploše zátěru. [8]

• Mikroporézní zátěry

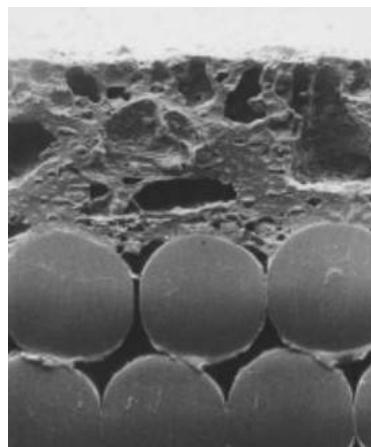
Mikroporézní zátěry mají podobnou strukturu jako mikroporézní membrány. Zátěry obsahují velmi jemné propojené kanálky mnohem menší než dešťová kapka, ale mnohem větší než molekula vodní páry. Povrch mikroporézního zátěru z PU je znázorněn na obrázku 10 a), na obrázku 10 b) je příčný řez PU mikroporézním zátěrem. Na obrázku č.11 je schématický diagram mikroporézního zátěru. [8]

Způsoby výroby zátěrů [8]:

- Mokrý koagulace
- Tepelná koagulace
- Pěnové zátěry

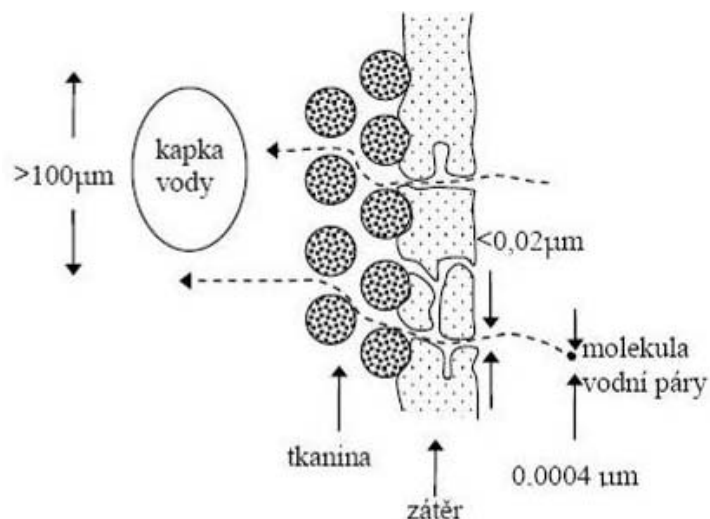


a)



b)

Obr. č. 10: Povrch mikroporézního PU zátěru a), příčný řez PU zátěrem b) [5]



Obr. č. 11: Schéma mikroporézního zátěru [8]

Mokrý koagulace

Roztokem PU je opatřen povrch materiálu v organickém rozpouštědle, tento roztok není rozpustný ve vodě. Poté prochází klimatizační komorou obsahující vodní páry. Po smísení organického rozpouštědla s vodními parami dochází ke koagulaci PU. Pro úplné odstranění rozpouštědla je textilie prána – skrz póry v zátěru rozpouštědlo uniká. Nakonec je potažená tkanina mandlována a sušena. Tento způsob není příliš populární vzhledem k ceně vstupního kapitálu na nákup zařízení. [8]

Tepelná koagulace

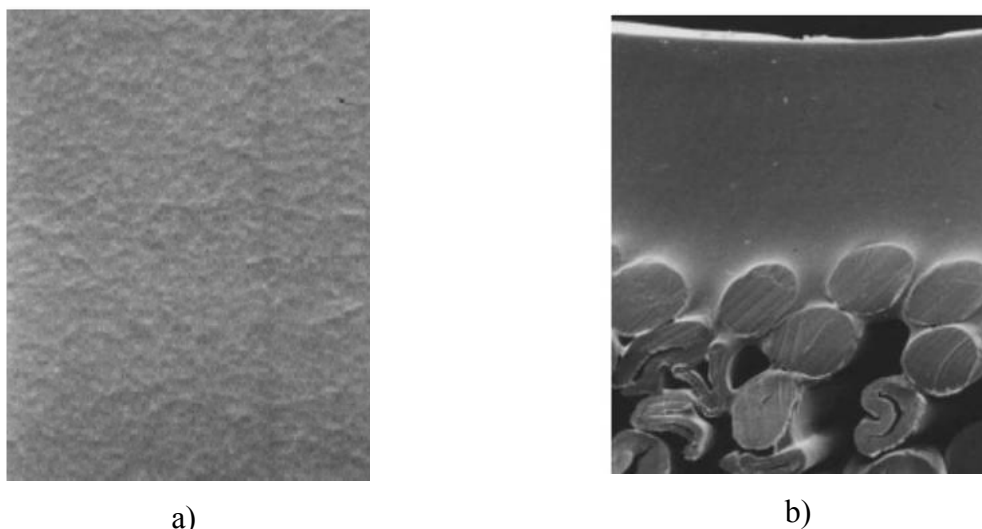
Při tepelné koagulaci se používá rozpuštěný PU v organickém rozpouštědle smíchaný s vodou. Tato zátěrová pasta se natírá na jednu stranu textilie, následně textilie prochází dvoufázovým sušícím procesem. V první fázi se pracuje při nižší teplotě k odstranění organického rozpouštědla ze srážejícího se PU. V druhé fázi je použito vyšší teploty k odstranění vody, ta opouští zátěr přes póry. [8]

Pěnové zátěry

Pro pěnové zátěry se používají emulze akrylu a PU, ty jsou nanášeny na povrch textilního materiálu a následně sušeny do podoby mikroporézního zátěru. Důležité je zajistit přiměřenou velikost otvorů v pěnovém zátěru – musí být dostatečně velké k průniku vodní páry a dostatečně malé proti průniku vody. Pro zlepšení vlastností se používá finální water-repellent úprava. [8]

- **Hydrofilní zátěry**

Hydrofilní zátěry jsou založeny na podobném principu propustnosti vodních par jako hydrofilní neporézní membrány, to na principu absorpce, difúze a desorpce. Tyto zátěry jsou založeny na PU, který je chemicky modifikovaný polyoxidem, nebo PVA (polyvinylalkoholem). Zátěry z těchto polymerů mají afinitu pro vodní páry, dovolují pronikání vodních par skrz amorfní oblasti polymeru. Mezi hydrofilními a hydrofobními složkami polymerního systému musí být vyvážená rovnováha, aby byla poskytována propustnost pro vodní páry, pružnost, stálost a nerozpustnost ve vodě a při chemickém čištění. PU zátěry mají výbornou celistvost. Na obrázku 12 a) je zobrazen povrch hydrofilního PU zátěru, na obrázku 12 b) je příčný řez PU zátěrem. [8, 5]



Obr. č. 12: Povrch hydrofilního PU zátěru a), příčný řez hydrofilním PU zátěrem b) [5]

1.4 Nanovlákná

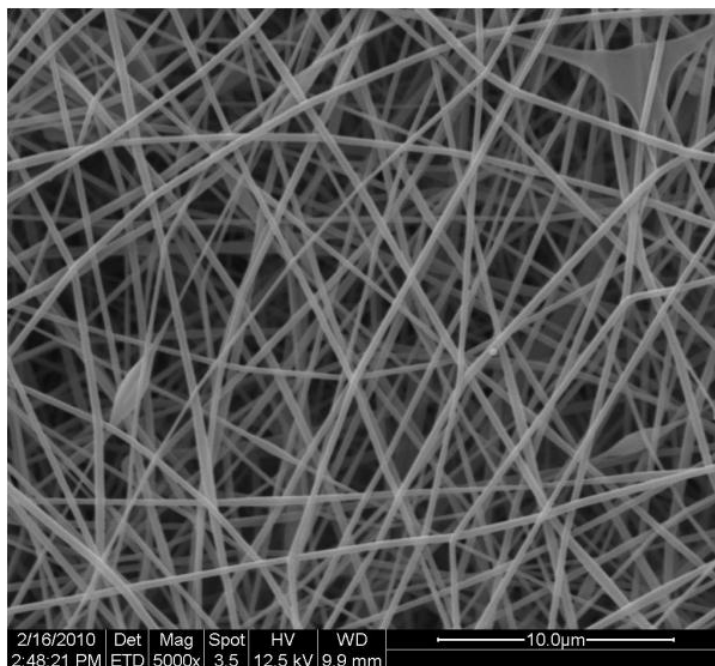
Nanovlákná jsou textilní produkty jejichž průměr se pohybuje v rozsahu desítek až stovek nanometrů. Nano pochází z řeckého slova τρᾰσλῐ́κ. Je to velikost, o kterou vyrostete nehet za jednu sekundu, přičemž předpona nano vyjadřuje miliardtinu základní jednotky ($\text{nm} = 10^{-9} \text{m}$). Mnohdy jde o rozměr tloušťky několika atomů. [10, 20]

1.4.1 Specifické vlastnosti nanovláken

Jak již bylo zmíněno, jedná se o velmi jemná vlákna s průměrem řádově v nanometrech. Díky tomu se oproti ostatním vláknům vyznačují několika výjimečnými vlastnostmi – především obrovským měrným povrchem vláken (poměr povrchu vláken k jejich objemu), dále velkou pórovitostí vláknenné vrstvy a zároveň malými rozměry pórů, které ji zajišťují velkou prodyšnost. Pro představu jsou na obrázku č. 13 pětisíckrát zvětšená PAN nanovlákná. [13]

Tyto význačné vlastnosti nanovláken jsou schopny zlepšit materiál z hlediska pevnosti, reaktivity, elektrické a optické kvality a propustnosti vrstvy. Nabízejí širokou škálu možností pro získání výrobků s novými vlastnostmi, neboť umožňují modifikaci nebo funkcionalizaci nanovláknenné vrstvy s využitím různých fyzikálních nebo chemických procesů během výroby nebo po ní. Funkcionalizací lze výrazně zlepšit povrchové vlastnosti

nanovlákněné vrstvy a získat tak například superhydrofobní (vodoodpudivé) nebo superhydrofilní (silně nasákavé) materiály. Uniformita, velká propustnost a tenkost vlákněných vrstev činí z nanovláken klíčový materiál pro nejrůznější průmyslová odvětví. [20]



Obr. č. 13: Nanovlákná z PAN zvětšená 5000x [15]

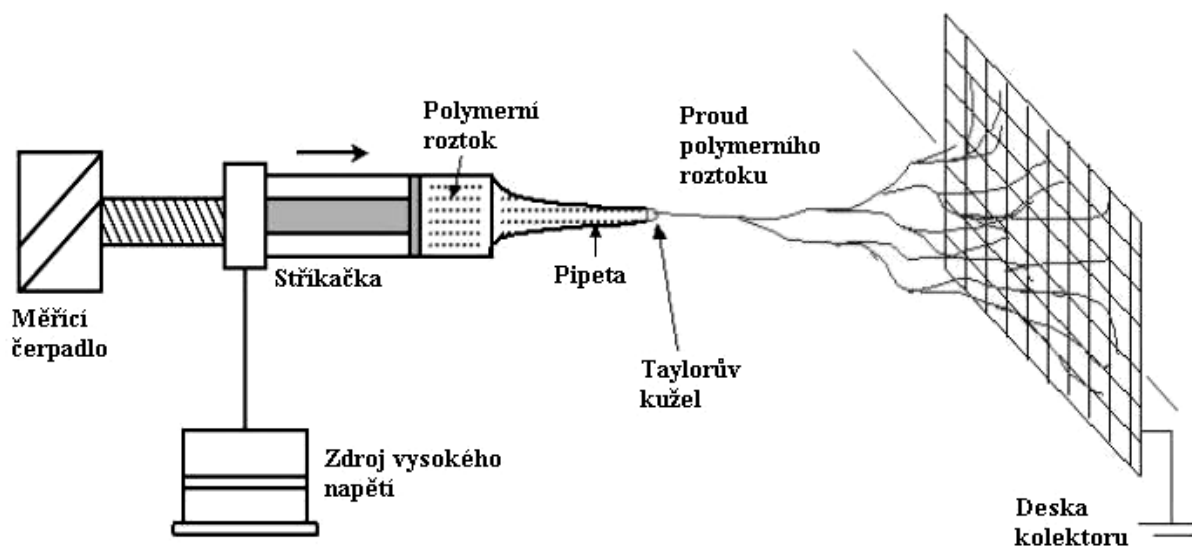
1.4.2 Způsoby výroby nanovláken

Nanovlákná lze vyrobit několika způsoby - elektrostatickým zvlákňováním, zvlákňováním z taveniny, dále metodami electroblowing nebo centrifuge spinning. Nejvíce využívaným je z těchto způsobů elektrostatické zvlákňování, jelikož je to v současnosti jediná průmyslová metoda výroby nanovláken. [20]

- **Elektrostatické zvlákňování**

Při procesu elektrostatického zvlákňování se využívá roztoku polymeru jako zdroje pro tvorbu nanovláken a vysokého napětí k vytvoření elektricky nabitého proudu polymerního roztoku. Elektroda vysokého napětí je přímo spojena s polymerním roztokem, ten je následně zvlákněn kapilárou (zvlákňovací tryskou). Díky vysokému elektrickému napětí mezi špičkou kapiláry a uzemněným kolektorem vzniká tzv. Taylorův kužel na špičce kapiláry, z něhož

jsou produkována nanovlákná. Schéma principu elektrostatického zvlákňování pomocí horizontální kapiláry je znázorněn na obrázku č. 14. [13]



Obr. č. 14: Schéma principu elektrostatického zvlákňování [13]

Průmyslová řešení výrobců zvlákňovacích zařízení umožnila zvýšit výkonnost strojů a tím vytvořit potenciál pro širší využití nanovláken. U nás je především známá technologie NanospiderTM od firmy Elmarco. Tato metoda, zobrazená na obrázku č. 15, využívá zvlákňování z volné hladiny roztoku polymeru v silném elektrostatickém poli bez použití trysek. [21, 15]



Obr. č. 15: Proces elektrostatického zvlákňování pomocí technologie NanospiderTM [15]

Materiál, z kterého jsou nanovlákná vyrobena výrazně ovlivňují i jejich vlastnosti. V současné době se v průmyslovém měřítku získávají nanovlákná z několika desítek polymerů včetně biokompatibilních (snášlivých v biologickém prostředí) nebo biodegradabilních (přirozeně odbouratelných) polymerů šetrných k životnímu prostředí. [20]

1.4.3 Oblasti použití elektrostaticky zvlákněných materiálů

Nanovláknenné materiály mají díky své struktuře unikátní vlastnosti a velký potenciál možností využití v mnoha oblastech a pro mnoho nových výrobků. V současné době jsou nanovlákná využívána v oblasti vzduchové filtrace, kde velmi efektivně odstraňují submikronové částice, včetně virů a bakterií a zároveň kladou nízký odpor vzduchu. Dále jsou využívána v oblasti filtrace kapalin - nanovláknenná filtrační média mohou být využívána pro filtraci vody, nápojů, farmaceutik, pro filtraci krve, chemikálií, olejů, paliv, atd. Jsou používána jako dobrý izolační materiál pro oblast akustiky - zlepšují akustickou izolaci finálních produktů zvýšením koeficientu zvukové absorpce. Ve zdravotnictví jsou nanovlákná vyráběna z biodegradovatelných polymerů a umožňují přidání různých aditiv, která rozšiřují funkčnost finálního materiálu. Největší potenciál ve zdravotnictví mají nanovlákná pro využití v těchto oblastech: hojení ran, tkáňové inženýrství, ochranné oděvy a materiály pro distribuci léčiv. V neposlední řadě se nanovlákná využívají pro funkční oblečení pro outdoorové aktivity, jako voděodolné a prodyšné textilie, kterými se tato práce zabývá. [20, 15]

1.4.4 Nanovláknenné membrány pro outdoorové oblečení

Výrobě nanovláknenných membrán pro vrchové materiály pro outdoorové oděvy se v současné době zabývá již několik firem, např. firmy Elmarco, Nanoprotex nebo Polartec®. Právě třívrstevným laminátem s nanovláknennou membránou NeoShell® od firmy Polartec® se zabývá experimentální část práce.

Shrnutí

Následující postup měření v experimentální části bude probíhat na základě užitečných vlastností důležitých pro vrchové materiály určené pro outdoorové oblečení. Mezi vybrané vlastnosti je zařazena hydrostatická odolnost, která patří mezi nejžádanější a pro veřejnost nejznámější údaj pro oblečení tohoto typu. Další vlastností je propustnost vodních par, díky níž zjistíme, jak je materiál schopný propouštět vodní páry skrz oděv do okolního prostředí. Následně je důležitá prodyšnost materiálu – ta určí odolnost proti pronikání větru z okolního prostředí skrz materiál. Poslední měřenou vlastností bude zkouška pevnosti a tažnosti materiálu, jenž určí jak je materiál pevný a tažný, tj. elastický.

Jelikož se oděvní materiály v běžné praxi mechanicky namáhají nošením a praním – tím se opotřebovávají a dochází ke změně jejich vlastností. Abychom alespoň částečně toto mechanické namáhání simulovaly, budou všechna výše uvedená měření z důvodu porovnání materiálu s hydrofilní neporézní membránou a materiálu s nanovláknennou membránou provedena před praním a po vyprání deseti pracích cyklech. Tyto výsledky budou srovnány a vyhodnoceny.

2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Tato část práce se bude zabývat zkoumáním a porovnáváním užitečných vlastností u vrchových materiálů s polopropustnou membránou. Konkrétně budou vyhodnoceny výsledky propustnosti vodních par, propustnosti vzduchu, hydrostatické odolnosti a pevnosti a tažnosti materiálů před a po mechanickém namáhání (praní). Porovnávány budou dva materiály, jenž se používají pro výrobu vrchových oděvů určených pro sportovní (outdoorové) aktivity. Materiály pro experimentální část mi poskytla firma Direct Alpine. Následující kapitola se zaměří na charakteristiku těchto materiálů, jejich vlastnosti a parametry.

2.1 Charakteristika materiálů

Jak je již zmíněno v předchozí kapitole, oba dva materiály mi dodala firma Direct Alpine. Jedná se o membránové materiály Dermizax® od firmy Toray Industries Inc. a Neoshell® od firmy Polartec®. První ze zmíněných materiálů používá firma již řadu let především na vrchní oděvy – bundy a kalhoty. Díky tomu je materiál prověřený jak zákazníky, tak výrobcem. Druhý je na trhu novinkou mezi polopropustnými membránovými materiály a v současné době je v předvýrobní fázi. Z tohoto důvodu nemá firma k dispozici žádné praktické informace o jeho vlastnostech a udávané hodnoty vlastností materiálu jsou založeny jen na podkladech od výrobce.

2.1.1 Popis materiálů

Materiál Dermizax® je třívrstvý laminát složený ze svrchní polyesterové (PL) tkaniny, polyuretanové (PU) membrány Dermizax a polyesterové (PL) podšívky. Neodhell® je třívrstvý laminát s nanovlákenou membránou. Další vlastnosti a parametry materiálů jsou uvedeny v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3: Parametry materiálů použitých pro experimentální část

Materiál	Plošná hmotnost [g/m ²]	Tloušťka [mm]	Typ textilie	Nosný materiál
Dermizax	169,3	0,42	3-vrstvý laminát	Tkanina
Neoshell	140,51	0,45	3-vrstvý laminát	Tkanina

2.1.2 Snímky z elektronového rastrovacího mikroskopu

Mikroskopické snímky materiálů byly pořízeny na elektronovém rastrovacím mikroskopu Vega©Tescan.

- Snímky lící strany materiálů**

Na obrázku 16 a) je pohled na lící stranu Dermizaxu, na obrázku 16 b) pohled na lící stranu Neoshellu při zvětšení 250x.



a)



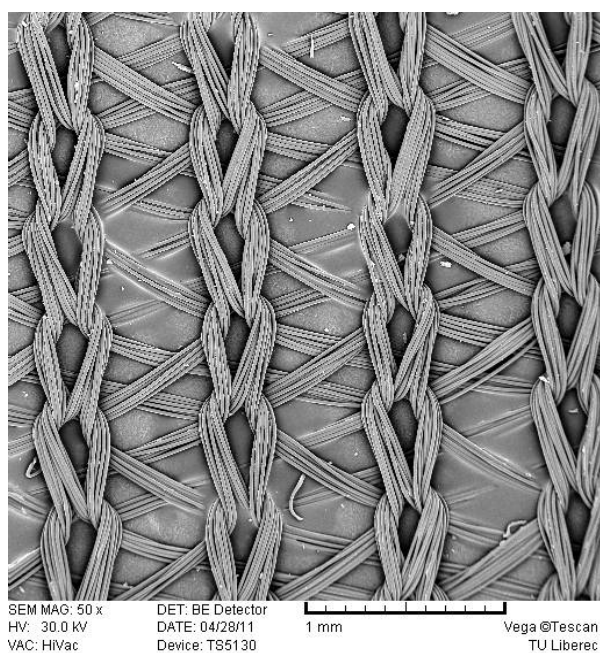
b)

Obr. č. 16: Dermizax zvětšený 250x a), Neoshell zvětšený 250x b)

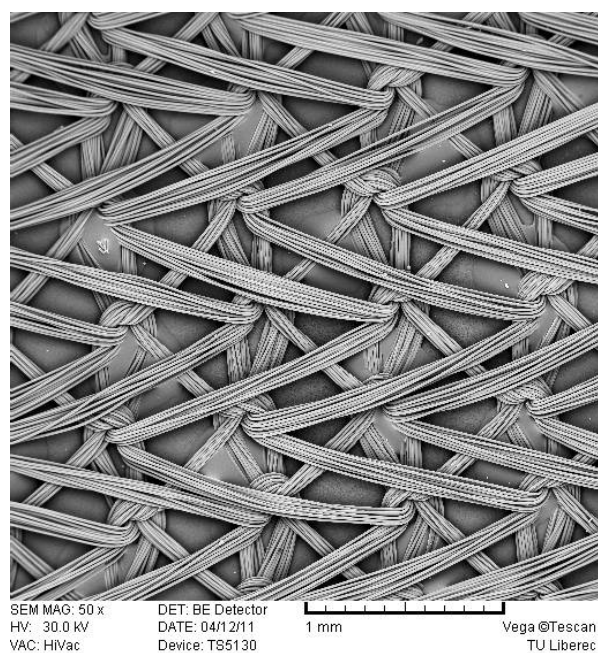
- Snímky z rubní strany materiálů**

Obrázek 17 a) je pohled na 50x zvětšenou rubní stranu Dermizaxu, obrázek 17 b) na 50x zvětšenou rubní stranu Neoshellu. Obrázek 18 a) a 18 b) zobrazuje 1000x zvětšenou rubní

stranu materiálů. Na obrázku 19 a) je 2000x zvětšená rubní strana Neoshellu a 5000x je zvětšená na obrázku 19 b).

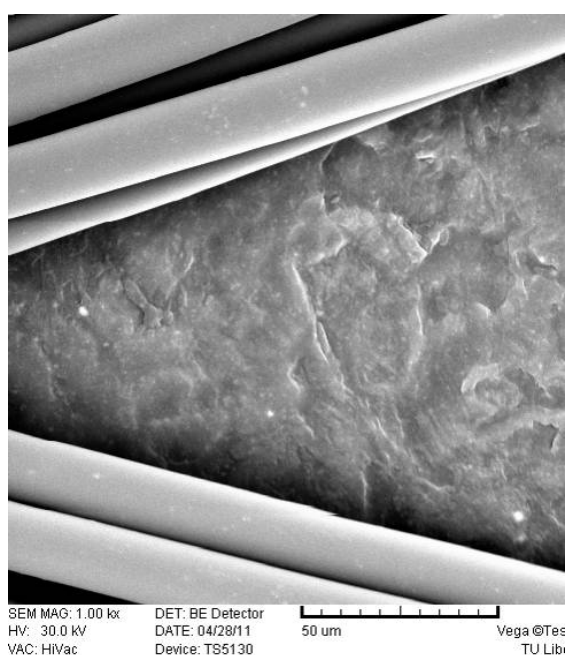


a)

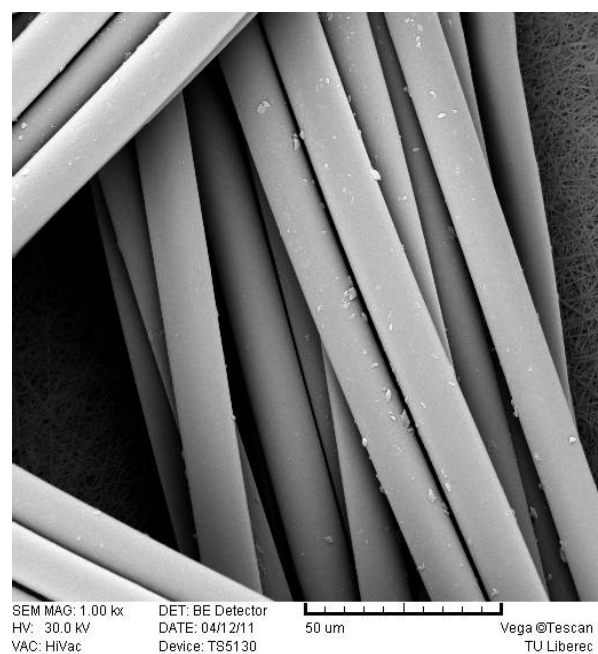


b)

Obr. č. 17: Dermizax zvětšená 50x a), Neoshell zvětšený 50x b)

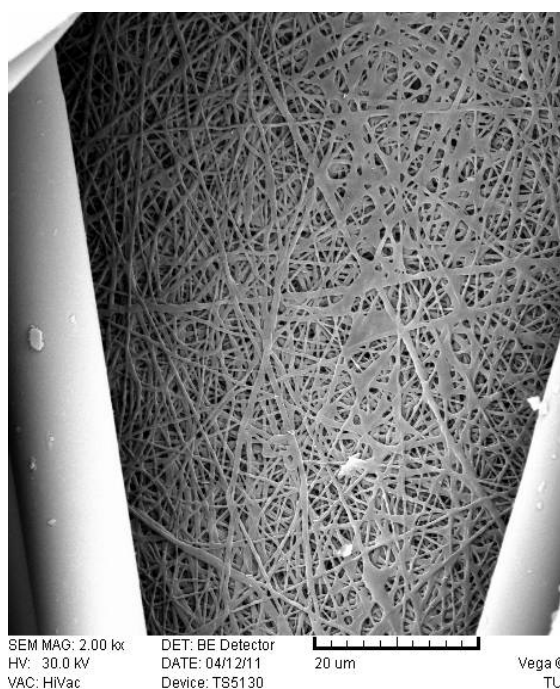


a)

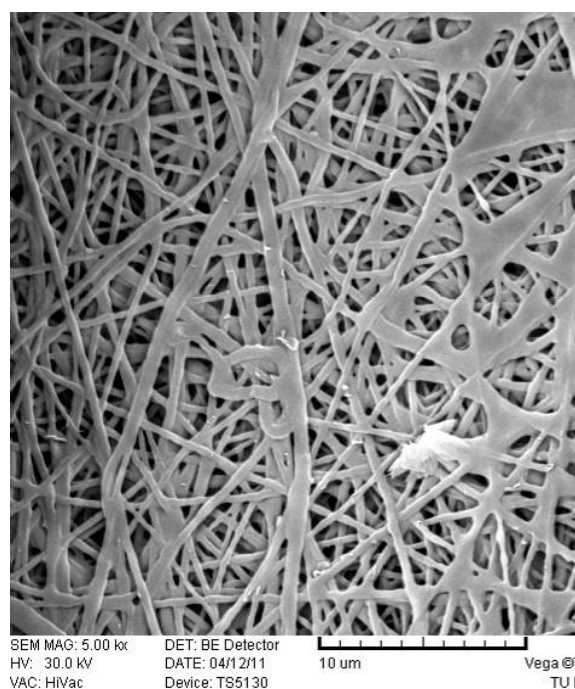


b)

Obr. č. 18: Dermizax zvětšený 1000x a), Neoshell zvětšený 1000x b)



a)

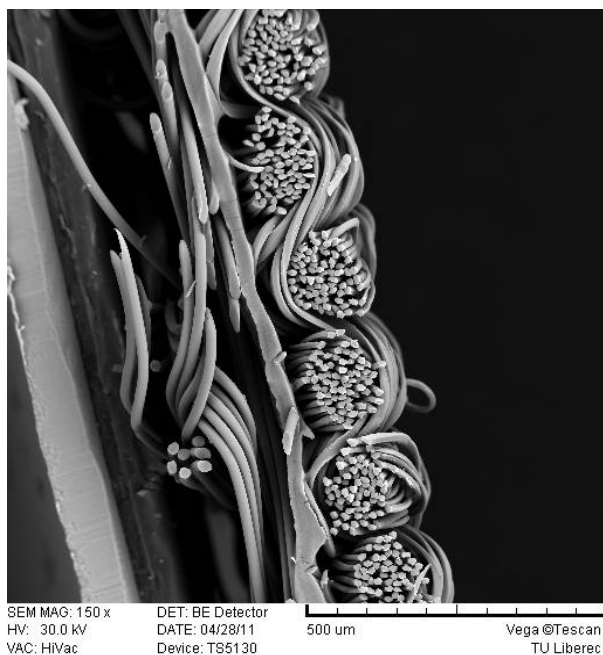


b)

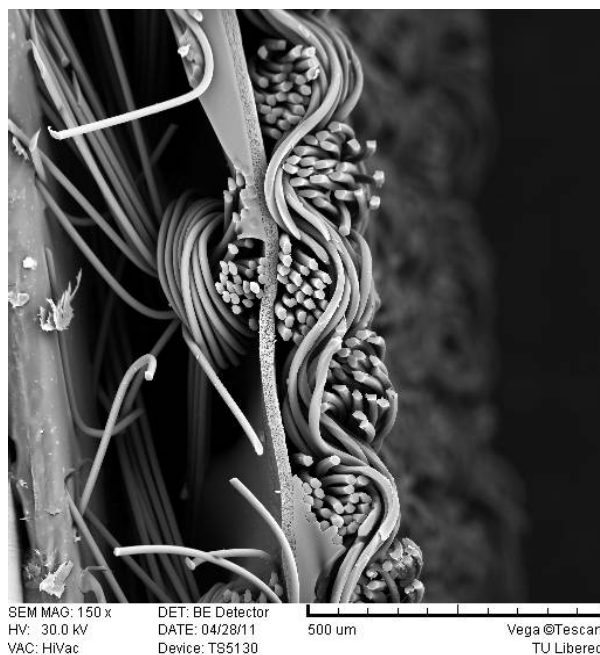
Obr. č.: 19: Neoshell zvětšený 2000x), Neoshell zvětšený 5000x b)

• Snímky příčných řezů materiálů

Na obrázcích 20 a) a 20 b) jsou snímky příčných řezů materiálů zvětšeny 150x. Na obrázcích 21 a) a 21 b) jsou zvětšeny 500x a na obrázcích 22 a) a 22 b) jsou zvětšeny 1000x.

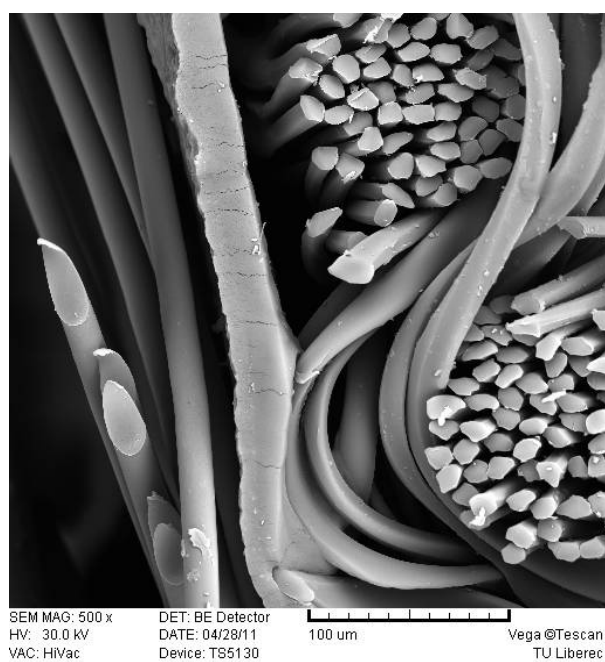


a)

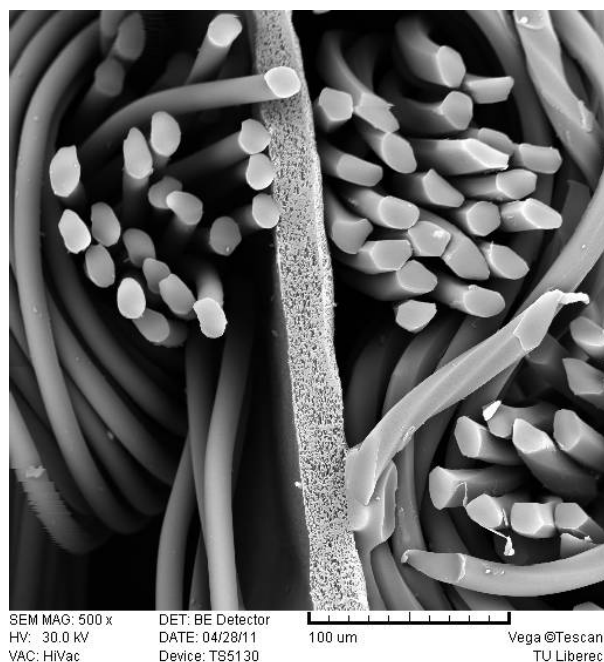


b)

Obr. č. 20: Řez Dermizaxem zvětšený 150x a), řez Neoshellem zvětšený 150x b)

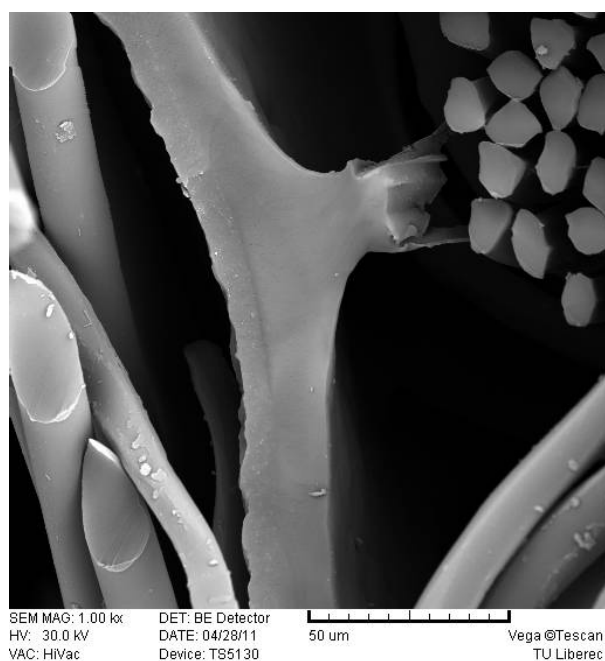


a)

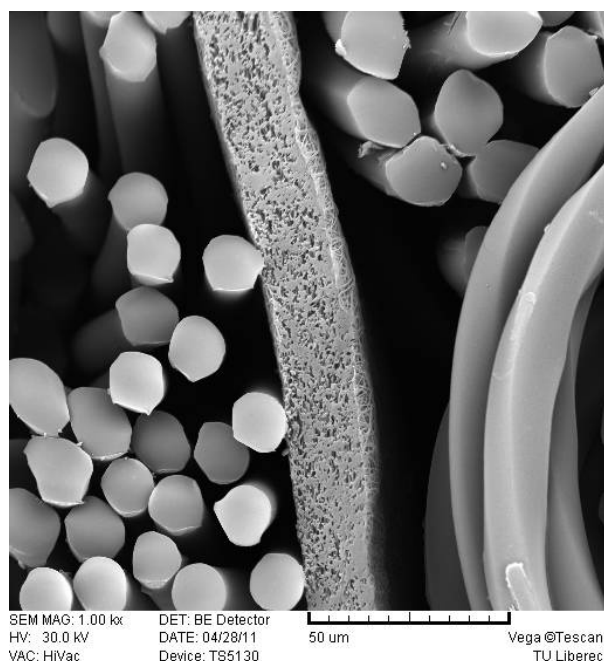


b)

Obr. č. 21: Řez Dermizaxem zvětšený 500x a), řez Neoshellem zvětšený 500x b)



a)



b)

Obr. č. 22: Řez Dermizaxem zvětšený 1000x a), řez Neoshellem zvětšený 1000x b)

2.2 Postup při měření

Jak je uvedeno ve shrnutí rešeršní části. Měření je zaměřeno na zkoumání užitných vlastností vzorků před a po mechanickém namáhání ve stejném rozsahu. Hodnoceny jsou odolnost vůči vodním parám, propustnost vzduchu, odolnost proti pronikání vody a pevnost a tažnost. Následně jsou vzorky vyprány v rozsahu deseti pracích cyklů a poté změřeny na stejných přístrojích jako před praním.

V následujících podkapitolách jsou popsány zkoušky měřených vlastností a uvedeny výsledky před a po mechanickém namáhání (praní).

2.2.1 Mechanické namáhání – praní

Pro laboratorní simulaci mechanického namáhání bylo použito praní v pračce MIELE PROFESSIONAL W 6071. Každý materiál byl prán deset pracích cyklů v programu Outdoor. Přehled o programu je uveden v příloze A. Jako prací prostředek byl použit tekutý koncentrovaný základní čistící prostředek pro předpírku a hlavní praní při teplotách 30-95°C havon U9 PLUS, 128 ml/min s neutrálním pH 7,8. [19]

2.2.2 Odolnost vůči vodním parám

Zkouška odolnosti vůči vodním parám a tepelné vodivosti se provádí dle normy ČSN EN 31092 (Textilie – Zjišťování fyziologických vlastností - měření tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám za stálých podmínek – zkouška pocení vyhřívanou destičkou). Pro měření odolnosti vůči vodním parám a tepelné odolnosti se používá zkušební zařízení PSM-2 (Physiological Skin Model). Při měření odolnosti vůči vodním parám se na elektricky vyhřívanou porézní destičku nejprve umístí celofánová membrána propouštějící vodní páry, ale nepropouštějící vodu. Na ni se umístí zkušební vzorek. K vyhřívané destičce je přiváděna voda, která se odpařuje a membránou prochází ve formě páry. Povrchová teplota měřící jednotky a teplota vzduchu je udržována na 35°C, relativní vlhkost vzduchu na 40% a rychlost vzduchu na 1m·s⁻¹. Odolnost vůči vodním parám se stanoví jako rozdíl tlaku vodních par mezi dvěma povrchy materiálu, dělený výsledným výparným tokem na jednotku plochy ve směru spádu. Odolnost vůči vodním parám R_{et} je udána v $[m^2 PaW^{-1}]$. Z odolnosti

vůči vodním parám se dá dle vzorce $Wd = \frac{1}{R_{et} \cdot \Phi T_m}$ vypočítat propustnosti vodních par,

udána v $[g \cdot m^{-2} \cdot hod^{-1} Pa^{-1}]$. Latentní teplo ΦT_m udáno v $[W \cdot g^{-1}]$ je při teplotě $35^\circ C$
 $\Phi T_m = 0,672 W \cdot hod^{-1} \cdot Pa^{-1}$. [3]

Od každého materiálu bylo provedeno celkem pět měření, výsledky těchto měření jsou uvedeny v příloze B. V tabulce č. 4 jsou vypočítány průměry z naměřených výsledků.

Tabulka č. 4: Odolnost vůči vodním parám a propustnost vodních par materiálů

Materiál	Neoshell		Dermizax	
	Před praním	Po 10 pracích cyklech	Před praním	Po 10 pracích cyklech
Odolnost vůči vodním parám R_{et} $[m^2 PaW^{-1}]$	7,80	7,69	9,76	9,12
Propustnost vodních par Wd $[g \cdot m^{-2} \cdot hod^{-1} Pa^{-1}]$,	0,19	0,19	0,15	0,16

U obou dvou materiálů vyšly výsledky hodnocené zkouška před a po vyprání vzorků prakticky stejně. Při srovnání samotných materiálů vyšla zkouška odolnosti proti vodním parám lépe pro materiál Neoshell. Má menší odolnost vůči vodním parám a tím lepší propustnost vodních par. Z tohoto důvodu se tento materiál, oproti materiálu Dermizax, hodí více pro aktivity, při kterých dochází k vyšší fyzické zátěži a je nutný odvod vyššího množství par od těla.

2.2.3 Prodyšnost

Měření prodyšnosti se provádí dle normy ČSN EN ISO 9237 (Textilie – Zjišťování prodyšnosti plošných textilií). Prodyšnost je schopnost textilie propouštět vzduch za stanovených podmínek, je definována jako rychlost proudu vzduchu procházejícího kolmo danou plochou plošné textilie při stanoveném tlakovém spádu. Pro měření prodyšnosti byl použit zkušební přístroj SDL M021S. Vzorek materiálu byl upnutý lícem nahoru – zjišťovala se odolnost vůči pronikání větru z okolního prostředí. Zkušební plocha pro měřené vzorky byla $20cm^2$, zvolený tlakový spád byl pro oba dva materiály 600 Pa. Prodyšnost R je vyjádřena v $[mm \cdot s^{-1}]$. U každého materiálu bylo provedeno 10 měření a z nich vypočítány aritmetické průměry uvedené v tabulce č. 5. Výsledky měření jsou uvedeny v příloze C. [4]

Tabulka č. 5: Prodyšnost materiálů

Materiál	Neoshell		Dermizax	
	Před praním	Po 10 pracích cyklech	Před praním	Po 10 pracích cyklech
Prodyšnost R [mm·s ⁻¹]	4,1	3,75	0,28	0,203
Tlakový spád [Pa]	600			

Z průměru dat vyhodnocené zkoušky vyšla materiálům prodyšnost, neboli odolnost vůči pronikání větru z okolního prostředí lépe po vyprání materiálů deseti pracích cyklů. Z toho vyplývá, že materiály propustí více větru před praním nežli po něm. Celkově horších výsledků při zkoušce dosáhl materiál Neoshell, ten oproti materiálu Dermizax propustil podstatně více vzduchu skrze materiál.

2.2.4 Odolnost proti pronikání vody

Zkouška odolnosti proti pronikání vody se provádí dle normy ČSN EN 20811 (Stanovení odolnosti proti pronikání vody – zkouška tlakem vody). Jako zkušební zařízení pro stanovení odolnosti textilií proti pronikání vody pod tlakem byl použit přístroj SDL ATLAS M018. Vzorek je vystaven stále se zvyšujícímu tlaku působícímu na jednu stranu zkušebnímu materiálu, dokud na třech místech nedojde k proniknutí vody. Odolnost proti pronikání vody se udává jako výška vodního sloupce v [cm], ta odpovídá tlaku, při kterém došlo k proniknutí vody na třetím místě. [2]

Zkouška byla provedena na pěti vzorcích, zkušební plocha pro měřené vzorky byla 10 cm² a rychlost zvyšování tlaku vody 60 [cm·min⁻¹]. Aritmetický průměr z naměřených hodnot je uvedený v tabulce č. 6, naměřené výsledky jsou v příloze D.

Tabulka č. 6: Odolnost proti pronikání vody u materiálů

Materiál	Neoshell		Dermizax	
	Před praním	Po 10 pracích cyklech	Před praním	Po 10 pracích cyklech
Výška vodního sloupce [cm]	896	696	2431	2207

Odolnost proti pronikání vody vyšla u obou dvou materiálů lépe před praním přibližně o 200 cm vodního sloupce. V této zkoušce byl výrazně lepší materiál Dermizax, ten praskl při průměrné hodnotě 2431 cm před praním a 2207 cm po praní. U materiálu Neoshell je průměrná hodnota vypočítána z hodnot zaznamenaných při proniknutí třetí kapky vody zkušebním vzorkem, to při hodnotě 896 cm před praním a 696 cm po praní. Materiál Dermizax bych proto volila do horších klimatických podmínek s větším množstvím srážek.

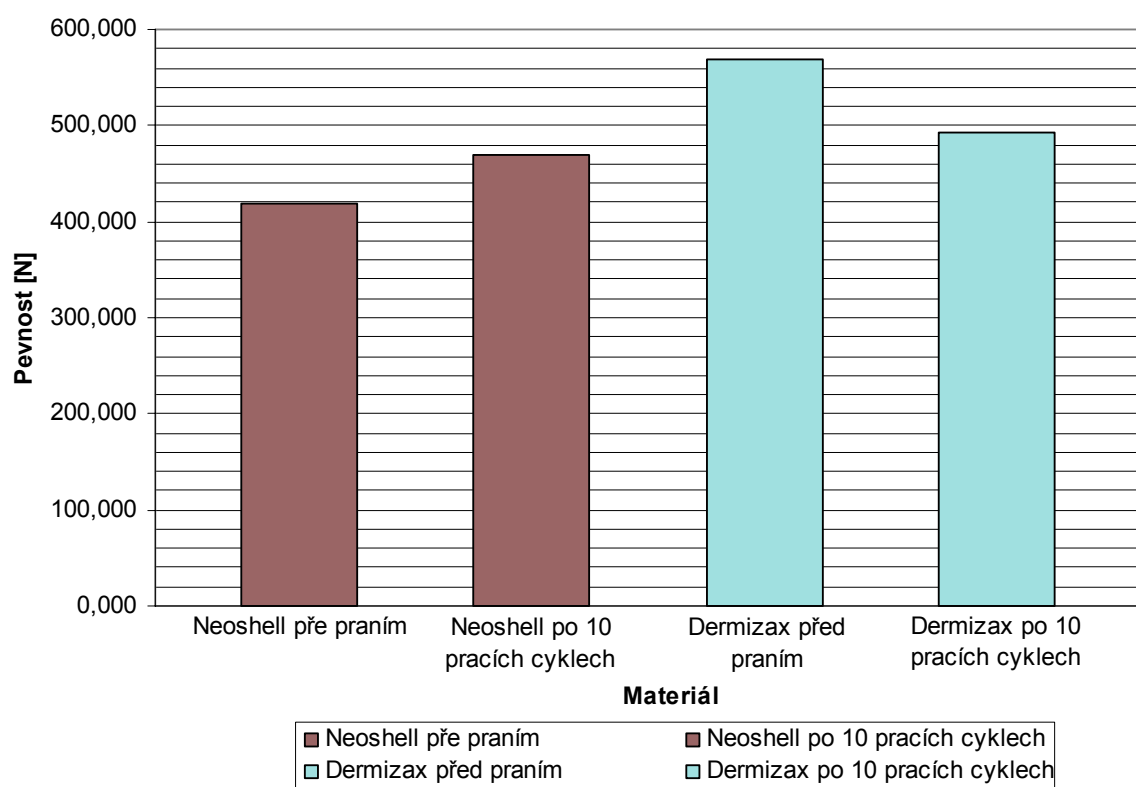
2.2.5 Pevnost a tažnost

Zkouška se provádí dle normy ČSN EN ISO 13934-1 (Textilie – Tahové vlastnosti plošných textilií – Část 1: Zjišťování maximální síly a tažnosti při maximální síle pomocí metody Strip). Tato zkouška byla měřena na zkušebním přístroji Testometric M350-5CT. Je to přístroj s konstantním přírůstkem prodloužení vybavený dvojicí svorek – jedna je pevná a druhá se pohybuje konstantní rychlostí po celou dobu zkoušky. Metoda Strip je tahová zkouška, u které je celá šíře zkušebního vzorku upnuta v čelistech zkušebního přístroje. Během zkoušky je vzorek plošné textilie o stanovených rozměrech napínán při konstantní rychlosti do přetržení. Zaznamenávána je maximální síla a tažnost při maximální síle a na základě požadavku síla a tažnost při přetrhu. [1]

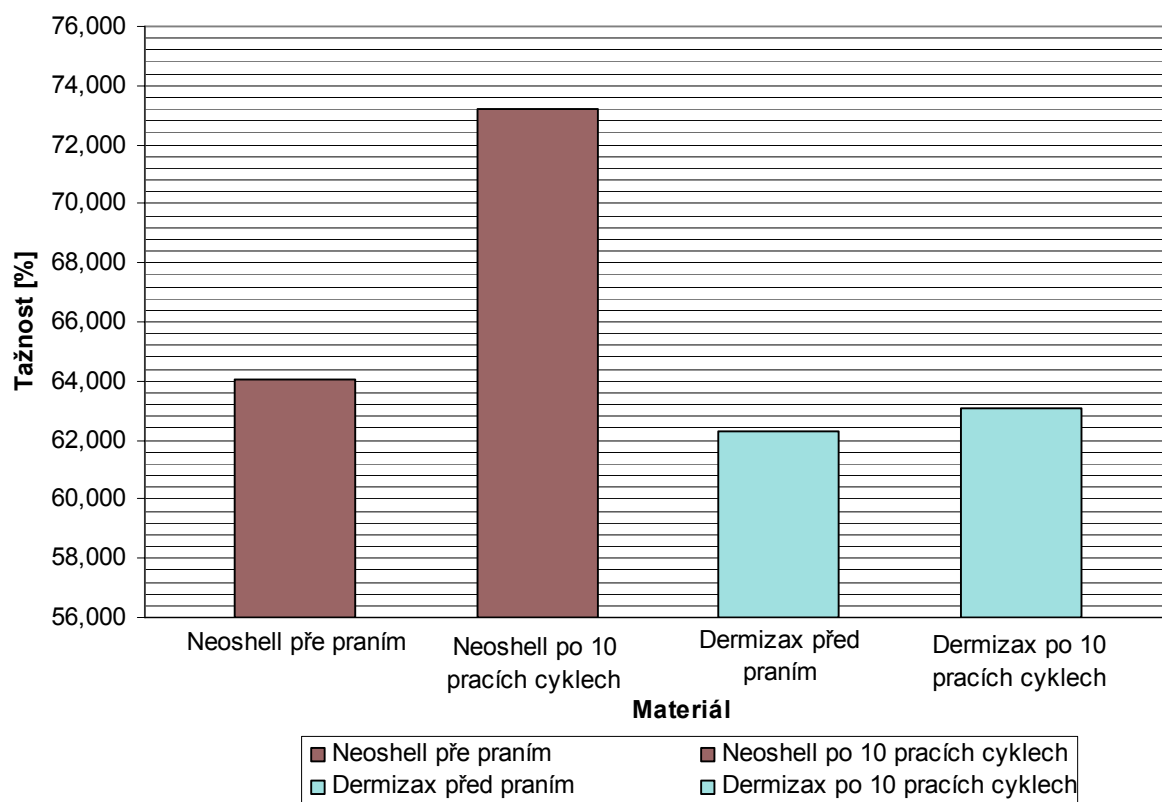
U každého materiálu bylo provedeno pět měření před praním a pět měření po praní ve směru útku. Každý zkušební vzorek měl šíři 50mm a délku 300mm, jelikož upínací délka každého zkušebního vzorku byla 200mm. Upínací délka je vzdálenost mezi dvěma místy upnutí měřená na zkušebním přístroji. Předpětí je síla působící na zkušební vzorek na začátku zkoušky, pro materiály s hmotností rovnou nebo menší než $200\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ je předpětí 2,00N. Rychlost prodloužení byla $100\text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$. Prodloužení je přírůstek délky zkušebního vzorku vyvolaný silou, udáno je v [mm]. Tažnost je poměr prodloužení zkušebního vzorku k jeho výchozí délce, udána je v [%]. Při této zkoušce byla zjišťována a vyhodnocována nejvyšší pevnost [N], prodloužení při nejvyšší pevnosti a tažnost při nejvyšší pevnosti. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v příloze E. V tabulce č. 7 jsou uvedeny aritmetické průměry naměřených hodnot.

Tabulka č. 7: Pevnost a tažnost materiálů ve směru útku

Materiál	Neoshell		Dermizax	
Měřená veličina	Před praním	Po 10 pracích cyklech	Před praním	Po 10 pracích cyklech
Pevnost [N]	418,240	468,544	569,238	493,384
Prodloužení [mm]	130,157	148,216	125,582	127,490
Tažnost [%]	64,024	73,224	62,284	63,095
Upínací délka [mm]	200,000			



Graf č. 1: Pevnost materiálů



Graf č. 2: Tažnost materiálů

Jak je zřejmé z předchozích grafů, proces deseti pracích cyklů měl na každý z materiálů naprosto rozdílné účinky. Z grafu č. 1 a 2 vyplývá, že materiál Neoshell dosáhl po praní vyšší pevnost a zároveň se mu zvýšila i tažnost. Na rozdíl od toho materiál Dermizax praním pevnost ztratil, ale tažnost se mu po praní naopak zvýšila. Při celkovém srovnání materiálů má každý z nich tahové vlastnosti odlišné. Materiál Dermizax je oproti materiálu Neoshell pevnější, Neoshell je však mnohem více tažnější. Z tohoto důvodu bych materiál Neoshell zvolila pro aktivnější pohyb s větším rozpětím, na rozdíl od toho materiál Dermizax např. pro vysokohorskou turistiku, kdy je s sebou potřeba nést břemeno.

2.3 Zhodnocení

V experimentální části práce se hodnotí užité vlastnosti materiálů používaných pro výrobu vrchových oděvů pro outdoorové oblečení, především bund a kalhot. Užité vlastnosti se vyhodnocují před a po simulaci mechanického namáhání praním. Pro porovnání byly použity materiály Dermizax® s hydrofilní neporézní membránou a materiál Neoshell® s membránou nanovlákennou. Oba tyto materiály byly poskytnuty firmou Direct Alpine.

Nejprve hodnocenou zkouškou byla odolnost vůči vodním parám. U této zkoušky dopadl lépe materiál Neoshell, jelikož mu byla oproti Dermizaxu naměřena nižší odolnost vůči vodním parám. To znamená, že tento materiál má vyšší propustnost vodních par do okolního prostředí. U obou dvou materiálů vyšly výsledky hodnocené zkoušky před a po vyprání vzorků prakticky stejně, z čehož vyplývá, že provedenou simulací opotřebení nedošlo ke zhoršení této vlastnosti.

Další zkouškou byla prodyšnost, tj. odolnost pronikání větru z okolního prostředí skrz materiál. Oproti Neoshellu dosáhl při této zkoušce řádově lepších výsledků materiál Dermizax. Skrz materiál propustil podstatně méně vzduchu, což vyplývá již z jeho konstrukce laminátu a použité membrány. Po vyprání se hodnoty propustnosti u obou materiálů ještě zlepšily, přes vzorky materiálů prošlo méně vzduchu než tomu bylo před praním.

Zkouška odolnosti proti pronikání vody byla vyhodnocena lépe pro materiál Dermizax. Oproti Neoshellu vydržel přibližně 2,5krát větší vodní tlak působící na materiál. Simulací opotřebení se tato vlastnost u obou materiálů podstatně zhoršila, výsledky vyšly hůře zhruba o 200 cm vodního sloupce.

Poslední hodnocenou vlastností byla pevnost a tažnost, tyto zkoušky dopadly u obou dvou materiálů před a po mechanickém namáhání poměrně odlišně. Materiál Dermizax je oproti Neoshellu pevnější, naopak Neoshell je více tažný. Tyto rozdílné vlastnosti má za následek jejich konstrukce a složení obou laminátů. I na proces deseti pracích cyklů reagoval každý z materiálů jinak. Materiál Dermizax ztratil praním pevnost, tažnost se mu naopak zvýšila. Na rozdíl od toho Neoshell praním pevnost získal a zároveň získal i vyšší tažnost materiálu.

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo provedení zhodnocení výsledků naměřených před a po simulaci mechanického namáhání vzorků materiálů praním.

Pro zkoumání vlastností byly použity třívrstvé lamináty - materiál Dermizax® s hydrofilní neporézní membránou a materiál Neoshell® s nanovláknennou membránou. Oba tyto materiály byly podrobeny následujícím laboratorním zkouškám: odolnost vůči vodním parám, prodyšnost, odolnost proti pronikání vody a pevnost a tažnost materiálů. Všechny tyto zkoušky byly provedeny před a po mechanickém namáhání.

Přestože si jsou oba dva materiály poměrně podobné, v obou případech se jedná o třívrstvé lamináty, z výše uvedených hodnot vyplývá, že pro každý z materiálů dopadly hodnocené zkoušky s rozdílnými výsledky.

Při zhodnocení jednotlivých vlastností vyšla materiálu Dermizax lépe zkouška odolnosti proti pronikání vody, také prodyšnosti a pevnosti. Oproti tomu Neoshellu lepší propustnost vodních par a tažnost materiálu. Výsledky měření částečně vychází již z konstrukce laminátů a použitých membrán. Po porovnání jejich zjištěných vlastností je zřejmé pro jaký účel je vhodné oblečení z daného materiálu použít. Oblečení z materiálu Dermizax bych vzhledem k jeho vysoké odolnosti proti pronikání vody a lepší odolnosti proti pronikání větru z vnějšího prostředí doporučila při setrvávání v extrémních podmínkách, kde jsou rizika velkého množství srážek a větru. Materiál Neoshell je díky své vyšší propustnosti vodních par a elastičnosti ideální především pro náročnější pohybové aktivity vyžadující velký rozsah pohybu.

Simulace mechanického namáhání praním neměla na zkoumané vzorky materiálů zcela jednoznačný vliv. Opatření se nejviditelněji projevilo na zkoušce odolnosti proti pronikání vody, již méně u zkoušek prodyšnosti a pevnosti a tažnosti. Nejvíce nezměněná z hodnocených měření dopadla u obou dvou materiálů zkouška odolnosti vůči vodním parám. Po deseti pracích cyklech dosahovaly naměřené hodnoty v podstatě stejných výsledků, na což má jistě vliv fakt ten, že praní probíhalo v čisté vodě bez obsahu částic prachu, špíny a zbytků organických látek, jak je tomu běžné při standardní údržbě používaných oděvů.

Právě v problému lepší simulace opotřebování materiálů praním v předem nadefinované znečištěné vodě bych viděla možné další pokračování této práce v budoucnu.

Seznam použité literatury

- [1] ČSN EN ISO 13934-1. Textile – Tahové vlastnosti plošných textilií – Část 1: Zjišťování maximální síly a tažnosti při maximální síle pomocí metody Strip. Praha: Český normalizační institut, 1999. 16 s. Třídící znak 80 0812.
- [2] ČSN EN 20811. Stanovení odolnosti proti pronikání vody – zkouška tlakem vody. Praha: Český normalizační institut, 1994. 7 s. Třídící znak 80 0818.
- [3] ČSN EN 31092. Textile – Zjišťování fyziologických vlastností – měření tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám za stálých podmínek (zkouška pocení vyhřívanou destičkou). Praha: Český normalizační institut, 1998. 16 s. Třídící znak 80 0819.
- [4] ČSN EN ISO 9237. Textile – Zjišťování prodyšnosti plošných textilií. Praha: Český normalizační institut, 1996. 12 s. Třídící znak 80 0817.
- [5] DRAŠAROVÁ, Jana. Vysocefunkční textilie [online]. Technická univerzita v Liberci. [cit. 2012-28-4]. Dostupné z: <<http://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2008-07-18/11-11-27.pdf>>.
- [6] HAVELKA, Antonín; KŮS, Zdeněk. International Journal of Clothing Science and Technology. *The transport phenomena of semi-permeable membrane for sport cloth*. UK: Emeral Group Publishing Limited, 0955-6222, 2011
- [7] HES, Luboš; SLUKA, Petr. Úvod od komfortu textilií. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. 109 s. ISBN 80-7083-926-0.
- [8] HORROCKS, A. Richard; ANAND, Subhash. Handbook of technical textiles. Bolton, UK: CRC Press, Woodhead, 2000. 576 s. ISBN 1 85573 385 4.
- [9] JANEČKOVÁ, Irena. Vlastnosti membrány používané v hasičských zásahových uniformách po násobném praní, Diplomová práce. Liberec: Technická univerzita v Liberci: 2010.
- [10] KNÍŽEK, Roman. Polopropustné nanovláknenné membrány pro oděvní účely, Diplomová práce. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2010.
- [11] LUXOVÁ Zdeňka. Studie vlivu oděvního komfortu oděvů využívaných na sportovní činnosti se zaměřením na cyklistiku, Diplomová práce. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005.

- [12] RUŽICKOVÁ, Dagmar. Oděvní materiály. Vyd.1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2003. 221 s. ISBN 80-7083682-2.
- [13] RŮŽIČKOVÁ, Jana. Elektrostatické zvlákňování nanovláken. Vyd. 2. nezměněné. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2006. 54s. ISBN 80-7372-066-3

Internetové zdroje

- [14] Adisport.cz [online]. 2012, [cit. 2012-27-4]. Dostupné z: gore membrana http://www.adisport.cz/aktuality/_zobraz=jak-spravne-vybrat-a-vrstvit-obleceni-pro-outdoor-aktivitu
- [15] Elmarco [online]. Copyright 2004 - 2011 Versoft.cz, [cit. 2012-2-5]. Dostupné z: <http://www.elmarco.com/technology/technologie-nanospider%3Csup%3Etm%3Csup%3E/>
- [16] GLOMBÍKOVÁ, Viera.: Multifunkční textilie [online]. Technická univerzita v Liberci. [cit. 2012-27-4]. Dostupné z: http://www.kod.tul.cz/info_predmety/Om/prednasky/stare/prednaska_3b_viera.pdf
- [17] High Point [online]. Copyright 2012 High Point, [cit. 2012-24-3]. Dostupné z: <http://www.highpoint.cz/slovník/outdoor.html>
- [18] Kalimera [online]. Copyright 2003-2005, [cit. 2012-24-3]. Dostupné z: http://www.kalimera.cz/membrany_a_zatery_pod_lupou.html
- [19] Lamipromed [online]. 2012, [cit. 2012-29-4]. Dostupné z: <http://www.lamipromed.cz/detail/hagleitner-inovative-hygiene-havon-u9-plus-102/>
- [20] Nafigate [online]. Copyright 2012 Nafigate, [cit. 2012-29-4]. Dostupné z: <http://www.nafigate.com/cs/section/portal/app/portal-article/detail/69818-o-nanovlaknech>
- [21] Svetoutdooru.cz [online]. 2012, [cit. 2012-24-3]. Dostupné z: <http://www.svetoutdooru.cz/clanek/?107052-to-zakladni-o-obleceni>

Seznam obrázků

Obr. č.: 1: Princip funkčního oblečení [6]	14
Obr. č. 2: Zjednodušené měření hydrostatické odolnosti [10]	16
Obr. č. 3: Prostup vodní páry od povrchu lidského těla přes textili [10]	17
Obr. č. 4: Příčný řez membránou GORE-TEX a) a povrch membrány GORE-TEX b) [14]	21
Obr. č. 5: Schéma mikroporézní membrány [16]	21
Obr. č. 6: Schéma mechanismu hydrofilního polymeru [8]	22
Obr. č. 7: Schéma prostupu vodní páry hydrofilní membránou [16]	22
Obr. č. 8: Příčný řez membránou Sympatex a), povrch membrány Sympatex b) [9]	23
Obr. č. 9: Základní typy laminace membrán [10].	24
Obr. č. 10: Povrch mikroporézního PU zátěru a), příčný řez PU zátěrem b) [5]	25
Obr. č. 11: Schéma mikroporézního zátěru [8]	25
Obr. č. 12: Povrch hydrofilního PU zátěru a), příčný řez hydrofilním PU zátěrem b) [5]	27
Obr. č. 13: Nanovlákná z PAN zvětšená 5000x [15]	28
Obr. č. 14: Schéma principu elektrostatického zvlákňování [13]	29
Obr. č. 15: Proces elektrostatického zvlákňování pomocí technologie Nanospider™ [15]	29
Obr. č. 16: Dermizax zvětšený 250x a), Neoshell zvětšený 250x b)	33
Obr. č. 17: Dermizax zvětšený 50x a), Neoshell zvětšený 50x b)	34
Obr. č. 18: Dermizax zvětšený 1000x a), Neoshell zvětšený 1000x b)	34
Obr. č.: 19: Neoshell zvětšený 2000x), Neoshell zvětšený 5000x b)	35
Obr. č. 20: Řez Dermizaxem zvětšený 150x a), řez Neoshellem zvětšený 150x b)	35
Obr. č. 21: Řez Dermizaxem zvětšený 500x a), řez Neoshellem zvětšený 500x b)	36
Obr. č. 22: Řez Dermizaxem zvětšený 1000x a), řez Neoshellem zvětšený 1000x b)	36

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Výška vodního sloupce pro různé aktivity [21]	15
Tabulka č. 2: Klasifikace propustnosti vodních par [10]	17
Tabulka č. 3: Parametry materiálů použitých pro experimentální část	33
Tabulka č. 4: Odolnost vůči vodním parám a propustnost vodních par materiálů	38
Tabulka č. 5: Prodyšnost materiálů	39
Tabulka č. 6: Odolnost proti pronikání vody u materiálů	39
Tabulka č. 7: Pevnost a tažnost materiálů ve směru útku	41

Seznam grafů

Graf č. 1: Pevnost materiálů	41
Graf č. 2: Tažnost materiálů	42

Seznam příloh

- Příloha A: Přehled pracího programu Outdoor
- Příloha B: Odolnost materiálů vůči vodním parám
- Příloha C: Prodyšnost materiálů
- Příloha D: Odolnost materiálů proti pronikání vody
- Příloha E: Pevnost a tažnost materiálů

Příloha A: Přehled pracího programu Outdoor

Přehled pracího programu	
Typ:	WS5071
Vyrobní číslo:	46984994
Blokovano:	Ne
Jazyk 1:	CZ
Nazev programu a nazev bloku zo	Hl.prani
Aktivace bloku:	Neustale
Stop programu 1:	Ne
Signal pro stop programu 1:	Ne
Libovolna volba teploty:	Ano
Hodnota nastavene teploty:	30 °C
Hystereze:	Normalni
Uroven 1:	50 mm
Privod vody 1:	Automaticky
Davkovani 1:	Rele 1: 5 Rele 2: 0
Cas davkovani 1 / Rele 1:	2 s
Cas davkovani 1 / Rele 2:	0 s
Zpozdene davkovani 1:	Ne
Pohyb od urovne:	Automaticky
Pocet otacek:	Normalni
Rytmus:	Normalni
Delka prani 1:	5 min
Termostop:	Ne
Uroven 2:	50 mm
Privod vody 2:	Automaticky
Davkovani 2:	Ne
Cas davkovani 2 / Rele 1:	0 s
Cas davkovani 2 / Rele 2:	0 s
Zpozdene davkovani 2:	Ne
Delka prani 2:	0 min
Delka prani 3:	2 min
Ochlazeni:	Automaticky
Delka prani 4:	0 min
Stop programu 2:	Ne
Signal pro stop programu 2:	Ne
Vypousteci ventily:	WS + WRG
Vypousteni s pohybem:	Ano
Uroven vypousteni:	0 mm
Delka prani 5:	0 min
Vypousteci ventily:	WS + WRG

Delka odstředování:	1 min
Libovolná volba otáček odstředování	Ano
Počet otáček pro odstředování:	300 ot./min
Opakování	Ne
Signal pro konec bloku	Ne
Název programu a název bloku zo	Machani1
Aktivace bloku:	Neustále
Stop programu 1:	Ne
Signal pro stop programu 1:	Ne
Libovolná volba teploty:	Ne
Hodnota nastavené teploty:	studena
Hystereze:	Normalní
Úroveň 1:	60 mm
Privod vody 1:	Automaticky
Dávkování 1:	Ne
Čas dávkování 1 / Rele 1:	0 s
Čas dávkování 1 / Rele 2:	0 s
Zpožděné dávkování 1:	Ne
Pohyb od úrovně:	Automaticky
Počet otáček:	Normalní
Rytmus:	Normalní
Delka prání 1:	5 min
Termostop:	Ne
Úroveň 2:	90 mm
Privod vody 2:	Automaticky
Dávkování 2:	Ne
Čas dávkování 2 / Rele 1:	0 s
Čas dávkování 2 / Rele 2:	0 s
Zpožděné dávkování 2:	Ne
Delka prání 2:	0 min
Delka prání 3:	0 min
Ochlazení:	Ne
Delka prání 4:	0 min
Stop programu 2:	Ne
Signal pro stop programu 2:	Ne
Vypouštěcí ventily:	WS + WRG
Vypouštění s pohybem:	Ano
Úroveň vypouštění:	0 mm
Delka prání 5:	0 min
Vypouštěcí ventily:	WS + WRG
Delka odstředování:	1 min
Libovolná volba otáček odstředování	Ano
Počet otáček pro odstředování:	500 ot./min
Opakování	Ne
Signal pro konec bloku	Ne

Nazev programu a nazev bloku zo	Machani2
Aktivace bloku:	Neustale
Stop programu 1:	Ne
Signal pro stop programu 1:	Ne
Libovolna volba teploty:	Ne
Hodnota nastavene teploty:	studena
Hystereze:	Normalni
Uroven 1:	60 mm
Privod vody 1:	Automaticky
Davkovani 1:	Ne
Cas davkovani 1 / Rele 1:	0 s
Cas davkovani 1 / Rele 2:	0 s
Zpozdene davkovani 1:	Ne
Pohyb od urovne:	Automaticky
Pocet otacek:	Normalni
Rytmus:	Normalni
Delka prani 1:	5 min
Termostop:	Ne
Uroven 2:	90 mm
Privod vody 2:	Automaticky
Davkovani 2:	Ne
Cas davkovani 2 / Rele 1:	0 s
Cas davkovani 2 / Rele 2:	0 s
Zpozdene davkovani 2:	Ne
Delka prani 2:	0 min
Delka prani 3:	0 min
Ochlazeni:	Ne
Delka prani 4:	0 min
Stop programu 2:	Ne
Signal pro stop programu 2:	Ne
Vypousteci ventily:	WS + WRG
Vypousteni s pohybem:	Ano
Uroven vypousteni:	0 mm
Delka prani 5:	0 min
Vypousteci ventily:	WS + WRG
Delka odstredovani:	5 min
Libovolna volba otacek odstredovani	Ano
Pocet otacek pro odstredovani:	1000 ot./min
Opakovani	Ne
Signal pro konec bloku	Ano

Příloha B: Odolnost materiálů vůči vodním parám

Název zkoušky: Odolnost vůči vodním parám
Norma: ČSN EN 31092
Teplota vzduchu: 35°C
Velikost zkušební plochy: 784 cm ²
Teplota povrchu měřící jednotky: 35°C
Relativní vlhkost: 40%
Rychlost vzduchu: 1 m/s

Odolnost vůči vodním parám $[m^2 PaW^{-1}]$				
Materiál	Neoshell		Dermizax	
Měření č.	Před praním	Po 10 pracích cyklech	Před praním	Po 10 pracích cyklech
1	7,65	8,69	9,14	9,53
2	7,71	7,26	9,47	8,80
3	7,86	7,47	10,15	8,78
4	7,72	7,80	10,01	9,36
5	8,07	7,22	10,02	
Minimum	7,65	7,22	9,14	8,78
Průměr	7,80	7,69	9,76	9,12
Maximum	8,07	8,69	10,15	9,53
Směrodatná odchylka	0,17	0,60	0,43	0,38
Variační koeficient [%]	2,17	7,86	4,44	4,20
95% IS	±0,21	±0,75	±0,47	±0,31

Příloha C: Prodyšnost materiálů

Název zkoušky: Zjišťování prodyšnosti plošných textilií
Norma: ČSN EN ISO 9237
Velikost zkušební plochy: 20 cm ²
Tlakový spád: 600 Pa

Prodyšnost [mm·s ⁻¹]				
Materiál	Neoshell		Dermizax	
Měření č.	Před praním	Po 10 pracích cyklech	Před praním	Po 10 pracích cyklech
1	6	6,00	0,46	0,38
2	6	7,00	0,56	0,36
3	7	8,00	0,64	0,4
4	9	7,00	0,6	0,36
5	9	8,00	0,48	0,45
6	10	7,00	0,5	0,42
7	9	8,00	0,52	0,44
8	9	8,00	0,58	0,42
9	8	8,00	0,68	0,44
10	9	8,00	0,58	0,36
Minimum	6,00	6,00	0,46	0,36
Průměr	8,20	7,50	0,56	0,40
Maximum	10,00	8,00	0,68	0,45
Směrodatná odchylka	1,40	0,71	0,07	0,04
Variační koeficient [%]	17,05	9,43	12,60	8,91
95% IS	±1,41	±0,71	±0,07	±0,04

Příloha D: Odolnost materiálů proti pronikání vody

Název zkoušky: Odolnost proti pronikání vody
Norma: ČSN EN 20811
Velikost zkušební plochy: 10 cm ²
Rychlost zvyšování tlaku vody: 60 cm/min

Odolnost proti pronikání vody [cm]				
Materiál	Neoshell		Dermizax	
Měření č.	Před praním	Po 10 pracích cyklech	Před praním	Po 10 racích cyklech
1	965	773	2430	2195
2	953	763	2388	2212
3	990	541	2485	2240
4	830	745	2440	2151
5	744	659	2413	2235
Minimum	744	541	2388	2151
Průměr	896	696	2431	2207
Maximum	990	773	2485	2240
Směrodatná odchylka	105	98	36	36
Variační koeficient [%]	12	14	1	2
95% IS	±131	±122	±45	±45

Příloha E: Pevnost a tažnost materiálů

Název zkoušky: Tahové vlastnosti plošných textilií
Norma: ČSN EN ISO 13934-1
Šířka vzorku: 50mm
Délka vzorku: 200mm
Rychlost zkoušky: 100 mm/min
Předpětí: 2N

Pevnost [N]				
Materiál	Neoshell		Dermizax	
Měření č.	Před praním	Po 10 pracích cyklech	Před praním	Po 10 pracích cyklech
1	400,53	456,40	592,30	514,80
2	432,74	487,12	557,20	492,05
3	443,59	463,25	597,30	469,88
4	406,95	475,15	604,00	496,28
5	407,39	460,80	495,39	493,91
Minimum	400,53	456,40	495,39	469,88
Průměr	418,24	468,54	569,24	493,38
Maximum	443,59	487,12	604,00	514,80
Směrodatná odchylka	18,79	12,49	45,07	15,98
Variační koeficient	4,49	2,67	7,92	3,24
IS 95%	±23,36	±15,53	±56,04	±19,87

Prodloužení při nejvyšší pevnosti [mm]				
Materiál	Neoshell		Dermizax	
Měření č.	Před praním	Po 10 pracích cyklech	Před praním	Po 10 pracích cyklech
1	126,686	141,67	128,938	130,177
2	133,911	153,72	124,971	126,726
3	134,239	148,24	126,471	124,521
4	128,233	151,89	128,238	127,705
5	127,714	145,56	119,293	128,322
Minimum	126,69	141,67	119,29	124,52
Průměr	130,16	148,22	125,58	127,49
Maximum	134,24	153,72	128,94	130,18
Směrodatná odchylka	3,62	4,84	3,84	2,08
Variační koeficient	2,78	3,26	3,06	1,63
IS 95%	±4,50	±6,02	±4,78	±2,59

Tažnost při nejvyšší pevnosti [%]				
Materiál	Neoshell		Dermizax	
Měření č.	Před praním	Po 10 pracích cyklech	Před praním	Po 10 pracích cyklech
1	62,298	68,89	63,885	64,484
2	65,837	74,39	62,01	62,719
3	66,031	74,12	62,736	61,628
4	63,06	75,95	63,645	63,192
5	62,895	72,78	59,141	63,454
Minimum	62,30	68,89	59,14	61,63
Průměr	64,02	73,22	62,28	63,10
Maximum	66,03	75,95	63,89	64,48
Směrodatná odchylka	1,77	2,67	1,91	1,04
Variační koeficient	2,76	3,65	3,06	1,65
IS 95%	±2,20	±3,32	±2,37	±1,30